

世界湿地 概況

GLOBAL WETLAND
OUTLOOK

日本語版

世界の湿地の現状と
その生態系サービス

2018年 State of the world's wetlands and
their services to people 2018

◎ラムサール条約事務局2018年

引用時の表記：Ramsar Convention on Wetlands. (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.

統括執筆責任者：Royal C. Gardner and C. Max Finlayson

第1章：代表執筆者：Royal C. Gardner、C. Max Finlayson

第2章：代表執筆者：C. Max Finlayson、Nick Davidson、Siobhan Fennessy、David Coates、Royal C. Gardner
協力執筆者：Will Darwall、Michael Dema、Mark Everard、Louise McRae、Christian Perennou、David Stroud

第3章：代表執筆者：Anne van Damm

協力執筆者：Channa Bambaradeniya、Peter Davies、Wei-Ta Fang、Vincent Hilomen、Kassim Kulindwa、Laura Martinez、Christian Perennou、Luisa Ricaurte、Michael Scoullou、Sanjiv de Silva、Gert Michael Steiner

第4章：代表執筆者：Royal C. Gardner、Chris Baker、Nick Davidson、Ritesh Kumar、David Stroud

協力執筆者：Stefano Barchiesi、C. Max Finlayson、Erin Okuno、Christian Perennou

編集者：Nigel Dudley

デザイン・レイアウト：Miller Design

表紙写真：ウルグアイ・サン・ミゲル国立公園 ©Charlie Waite

本プロジェクトは、ラムサール条約事務局長、マルタ・ロハス・ウレーゴのリーダーシップのもと、条約事務局による全体調整と支援、制作補助により行われた。

免責事項：本書で表明された見解は本書の執筆者や寄稿者のもので、ラムサール条約の見解や方針を必ずしも反映するものではなく、いかなる国家、領土、都市あるいは地域とその管轄当局の法的状況や開発状況、またその国境や境界線の限界設定についての湿地に関する条約（ラムサール条約）側の意見の表明を示唆するものでもない。

謝辞：本書の執筆者一同は、本書『世界湿地概況』に貢献された多くの湿地専門家みなさまに感謝します。特に、2016年9月に中国常熟市で開催された国際生態学会（INTECOL）に付随して行われた執筆ワークショップ参加者みなさま、2017年2月と2018年1月にスイス・グランで開催されたラムサール条約科学技術検討委員会（STRP）第20回、第21回会合の参加者みなさま、第一稿を校閲し、助言を与えてくださったSTRP各国担当窓口のみなさま、第二稿に助言を与えてくださった、湿地に関する幅広い経験の持ち主である、出身地もさまざまな6名の匿名の校閲者のみなさまに感謝します。さらに執筆者一同は、マルタ・ロハス・ウレーゴ氏率いるラムサール条約事務局の支援、そして特に、編集者のナイジェル・ダドリー氏の類まれな貢献に対し、心から感謝します。

本書は2018年9月にラムサール条約事務局が発行した世界湿地概況:世界の湿地の現状とその生態系サービス2018年(Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People)を環境省が翻訳したものです。

ホームページ(<https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/>)に掲載されている英語版をもとに作成しています。

教育や非商業目的の利用の場合、出典を明らかにしていただければ、環境省の許可なしで全部あるいは一部を複製することができます。許可なしでの商業的利用を禁止します。



日本語版編集・発行：環境省自然環境局野生生物課

東京都千代田区霞が関1-2-2

Tel 03-5521-8284

<http://www.env.go.jp/nature/ramsar/conv/>

翻訳・編集協力：日本国際湿地保全連合

目次

要旨	4	3. 変化の要因	44
1. はじめに	10	湿地の変化の要因は、 直接的な場合も間接的な場合もある	45
湿地は持続可能な開発のために 世界的に重要である	11	直接的な要因には 物理的状況の変化が含まれている	46
ラムサール条約の役割	12	水、生物種、土壌などの湿地からの採取	47
ラムサール条約は国内でも国際的にも役立つ	13	汚染物質と外来種が多くの湿地を劣化させる	48
地球規模の政策や目標における湿地	14	直接的な要因には生息地の構造的変化も含まれる	49
国際協定における湿地	15	湿地の変化の直接的な要因	50
2. 現状と傾向	16	間接的な要因は、それが直接的な要因に与える 効果を通じて、湿地に影響を及ぼす	51
ラムサール条約は、世界の湿地の現状と傾向を 継続的に把握している	17	世界的な潮流は、直接的な変化の要因と 間接的な変化の要因の両方に影響を及ぼす	53
世界の湿地面積データの正確性が向上している	18	湿地の劣化と消失の要因を評価する	55
天然の湿地は減少し、人工の湿地は増加している	19	4. 対応策	56
ヨーロッパの湿地の変化は世界の傾向を物語る	20	多様な課題に対応する	57
天然の内陸湿地の面積は変化しており、 概して減少している	21	ラムサール条約湿地のネットワークを強化する	58
天然の沿岸・海洋湿地の面積も 経年的に減少している	23	保全区域に占める湿地の面積を拡大する	59
人工湿地の面積は増加している	24	ポスト2015年開発アジェンダの計画立案と実施に 湿地を組み込む	60
湿地に依存する多くの生物種の個体数が 減少している	25	ラムサール条約は、持続可能な開発目標を 支える上で重要な役割を担う	61
湿地に依存する生物種の地域ごとの傾向は、 熱帯が最も危機的であることを示している	26	法的・政策的な取り決めを強化して、湿地を守る	62
湿地に依存する生物種の変化の傾向	27	ノーネットロスを目指して	63
湿地に依存する生物種(分類群)の現状	28	賢明な利用を達成するために ラムサール条約のガイダンスを実施する	64
水質はおおむね悪化傾向である	31	ラムサール条約の仕組みを利用して、 課題を特定し対処する	66
さまざまな汚染物質が水質に影響を与えている	32	経済的・財政的インセンティブを活用する	67
湿地は地球の水循環(水文学プロセス)を 維持する	34	湿地の再生への政府の投資を維持・増大する	68
複雑な生物地球化学的プロセスが、 機能的な湿地生態系を維持する	35	持続可能な生産・消費行動を促す	69
湿地は世界最大の炭素吸収源だが、 メタンも放出する	36	賢明な利用と市民参加を幅広い規模の 開発計画策定に取り入れる	70
湿地は生物学的生産性が最も高い 生態系のひとつである	37	多様な視点を湿地管理に取り入れる	71
湿地は生態系サービスの提供において きわめて重要な役割を果たす	38	賢明な利用を支持するための 国家湿地目録の更新と改善	72
湿地がもたらすさまざまな生態系サービス	40	市民科学を大いに活用する	73
湿地の生態系サービスの価値は、 陸上のサービスを上回る	42	5. 結論	74
		将来にむけて	75
		6. 参考文献	76

主要なメッセージ

健全で機能的な天然の湿地は、人間の生活と持続可能な開発にとってきわめて重要である。

世界の湿地面積は急速に減少していて、データが得られるだけでも、1970年以降35%が消失した。

したがって湿地の動植物も危機的状況にあり、4分の1の種が絶滅の危機に瀕している。

残された湿地の質も、排水工事、汚染、侵略的生物、持続可能でない利用、流域環境の分断、気候変動のために悪化している。

それでも食料安全保障から気候変動の緩和まで、湿地が提供する生態系サービスは膨大で、陸上生態系のそれを大きく上回る。

ラムサール条約は湿地の保全と賢明な利用を推進しており、湿地の消失をくい止め、その流れを逆転させる活動の中心である。

健全な湿地を守り、取り戻すためには、以下のようなステップが重要である。

ラムサール条約湿地やその他の湿地保護区のネットワークを強化する。

ポスト2015開発アジェンダの計画と実施に湿地を組み込む。

すべての湿地が守られるよう法体制や政治体制を強化する。

賢明な利用を実現するために、

ラムサール条約のガイダンス(指導事項)を実行する。

コミュニティや企業に経済的・財政的インセンティブ(動機)を与える。

すべてのステークホルダーが湿地管理に確実に参加できるようにする。

国別湿地目録を改善し、湿地の面積を継続的に把握する。

要旨

湿地の保全と賢明な利用は、人間の生活にとってきわめて重要である。湿地が提供する広範な生態系サービスは、湿地が持続可能な開発の要であることを意味している。それにもかかわらず、政策や方針の決定に携わる人々は、自然や人間に対する湿地の恩恵の価値を過小評価しがちである。

このような湿地の価値を理解し、湿地にいま何が起きているのかを知ることは、湿地の保全と賢明な利用を確実に行うためにきわめて重要である。本書『世界湿地概況』では、湿地の面積、変化の傾向、変化の要因、湿地の生態学的特徴の維持または再生のために必要なステップを要約して紹介する。



現状と傾向

面積

世界の湿地面積データは徐々に正確になってきている。世界の内陸および沿岸の湿地面積は1210万km²あまりで、そのうちの54%が恒久的に冠水し、46%が季節的に冠水する。しかし、天然の湿地は長期にわたり世界中で減少し続けている。1970年から2015年の間に、内陸湿地、海洋沿岸域湿地のどちらも、データが得られるだけでもおよそ35%減少した。実に森林面積の減少の3倍の速さである。一方、主に水田や貯水池などの人工湿地はこの間にほぼ2倍になり、現在では湿地面積の12%を占めている。これらの増加は、天然の湿地の減少を埋め合わせるには至っていない。

生物多様性

これまでに得られたデータは全体的に、魚類、水鳥、カメなど湿地に依存する生物種の減少が深刻であることを示している。特に熱帯では4分の1の生物種が絶滅の危機に瀕している。1970年以降、内陸湿地の生物種の個体数の81%、沿岸及び海洋生物種の個体数の36%が減少している。

評価を行った内陸および沿岸部の湿地に依存する生物分類群のほとんどすべてが、高い世界的危機レベル(10%以上の種が世界的危機に瀕する)を示した。特に、ウミガメ、湿地に依存する大型動物、淡水爬虫類、両生類、非海生軟体動物、サンゴ類、カニ類、ザリガニ類がきわめて高いレベルの絶滅の危機(30%以上の種が世界的危機に瀕する)に瀕している。絶滅の危険は、増加しつつあるようである。水鳥類の世界的危機レベルは比較的低いにもかかわらず、ほとんどの個体群が長期に渡って減少している。サンゴ礁に依存するブダイ類とニザダイ類の魚とトンボ類だけは危機レベルが低い。

水質

水質もおおむね悪化傾向にある。1990年代以降、ラテンアメリカ、アフリカ、アジアのほとんどすべての川で、水質汚染が悪化した。悪化は加速すると予想されている。

悪化の主な要因は、未処理排水、工場廃水、農業排水、浸食、堆積物の変化である。過剰な窒素とリンを含む水は、急速な藻類の成長と腐敗を引き起

こして、魚類などの生物を殺してしまうが、2050年までに世界人口の3分の1が、そのような水にさらされると考えられる。ラテンアメリカ、アフリカ、アジアの川の3分の1では、過去20年間で糞便性大腸菌が増加し、深刻な病原菌汚染が発生している。地下水も含め多くの湿地で塩分が蓄積し、農業被害が生じている。化石燃料由来の窒素酸化物と農業由来のアンモニアは、酸性雨を引き起こしている。酸性の鉱山排水も、汚染の大きな原因である。発電所や工場からの熱汚染は酸素を減少させ、食物連鎖を変化させ、生物多様性を減少させている。世界中の海洋で、少なくとも5兆2500億個のプラスチック粒子が浮遊し、存在し続けており、沿岸水域に甚大な影響を与えている。OECD諸国の半分近くで、国の推奨基準を超える量の殺虫剤が農業地域の水に含まれている。これらの影響により、私たちの健康が損なわれ、生態系サービスが害され、ますます生物多様性が損なわれている。

生態系プロセス

湿地はきわめて生物学的な生産性が高い生態系のひとつである。湿地は水を受け止め、貯え、排出し、流れを制御し、生命を支えることで、水循環における主要な役割を果たす。河道や氾濫原やそれらと連結した湿地は、水文学上重要な役割を果たすが、地理的に孤立した湿地の多くも重要である。しかしながら土地利用の変化と水制御インフラの構築により、多くの河川水系の連続性や氾濫原湿地との連続性が減少した。湿地は栄養素と微量金属の循環を制御し、それらを含め、さまざまな汚染物質をろ過する。湿地は地球上の土壌炭素の大半を貯えているが、将来的には気候変動の影響で炭素供給源となる恐れがあり、特に永久凍土地域ではその可能性が高い。

生態系サービス

湿地の生態系サービスは、陸上生態系のそれをはるかに上回る。湿地は米、淡水魚、沿岸魚などの重要な食料と、淡水、繊維、燃料を供給する。湿地は気候と水環境を調整する機能を持ち(調整サービス)、汚染と災害の危険を減らす。湿地の持つ自然の特徴が、文化的・精神的重要性を持つこともしばしばある。

変化の要因

湿地はレクリエーションの機会を提供し、観光利益をもたらす。生態系サービスに関する世界的データはある程度存在するが、国や地域の政策決定に携わる人々のために、よりいっそう的を絞った情報が至急必要である。

湿地による炭素の貯蓄と隔離は、地球の気候の制御において重要な役割を果たす。泥炭湿地と植物に覆われた沿岸湿地は、大きな炭素吸収源である。塩性湿地は毎年数百万～数千万トンもの炭素を固定する。泥炭地は陸地面積のわずか3%しか占めていないが、世界中の森林の2倍に匹敵する炭素を貯えている。しかし一方で、淡水湿地は温室効果ガスであるメタンの最大の自然発生源であり、特に管理が不十分だとおさらである。熱帯の貯水池もメタンを発生し、水力発電が持つとされる炭素排出抑制効果を帳消しにすることもある。

湿地の賢明な利用のためには、湿地の消失や劣化の根本原因に対処できるよう、変化の要因を徹底的に理解することが必要である。排水工事や湿地の転用、汚染物質の流入、外来種の導入、資源や水の採取、その他、水量や洪水頻度・乾燥頻度に影響する行為によって、湿地の消失と劣化が続いている。

これらの直接的要因は、一方でエネルギー、食料、繊維、インフラ、観光、レクリエーションの提供に関連する間接的要因に影響されている。気候変動は、変化の直接的要因でもあり間接的要因でもある。したがって、気候変動の適応・緩和策は、それ以外の湿地変化の要因の対処にも、乗数的効果を持つと期待できる。あらゆるレベルで気候変動が不確実性を増大させている中で、人口、グローバル化、消費、都市化などの世界の大きな流れも重要である。



ラムサール条約

ラムサール条約の目的は、湿地の保全と賢明な利用を推進することである。これにより湿地からの恩恵は、国連持続可能な開発目標 (SDGs)、生物多様性に関する愛知目標、気候変動に関するパリ協定などの、関連の国際責務の実現に確実に貢献する。ラムサール条約の第4次戦略計画は、湿地消失の要因への対処、湿地の賢明な利用の促進、条約の履行の推進、ラムサール条約湿地ネットワークの効果的な保護・管理などの条約の活動を先導する。条約の締約国はすでに、世界の湿地の13~18%に当たる2300か所、2億5000万ヘクタール (250万 km²) の「国際的に重要な湿地」の生態学的特徴の維持を約束している。

ラムサール条約は、世界の湿地消失の流れを逆転させるよう、独自の立場を取っている。湿地に的を絞った唯一の国際条約として、湿地に関する数多くの世界目標を実現させるためのプラットフォームを提供する。実際に湿地は、75のSDG指標に直接あるいは間接的に貢献する。特に重要なのは、ラムサール条約が、国連環境計画とともにSDG指標6.6.1のデータ管理機関として、国別報告書から湿地の面積の情報を集めて報告を行うという、リーダー的役割を持つことである。ラムサール条約は、湿地が十分に機能することで自然や社会への恩恵を各国政府が実現できるよう、現時点で得られる最良の情報と助言、政策提言の提供を通して、他の国際政策メカニズムを支え、協働と連携を育む、独自のプラットフォームを提供している。





対応策

湿地からの恩恵に対する意識を向上させ、湿地の存続のためにより一層強力なセーフガード（保護手段）を設置し、各国の開発計画に湿地が確実に組み込まれるよう、今すぐに国際レベル、国レベルの行動を起こす必要がある。特に必要なのは以下の行動である。

- **ラムサール条約湿地やその他の湿地保護区のネットワークを強化する**：2300か所を超える国際的に重要な湿地がラムサール条約湿地として指定されたことは心強いことである。しかし、指定だけでは不十分である。指定の効果が発揮されるよう管理計画が作成され、実施されなくてはならない。これを達成した登録湿地は、未だ半分以下である。
- **ポスト2015開発アジェンダの計画と実施に湿地を組み込む**：持続可能な開発目標、気候変動に関するパリ協定、仙台防災枠組などの、より大規模な開発計画、開発行動に湿地を含める。
- **すべての湿地が守られるよう、法体制や政治体制を強化する**：湿地に関する法や政策は、すべてのレベルにおいて分野横断的に適用されるべきである。どの国にも、国としての湿地政策が必要である。ここで重要になる手段は、ラムサール条約が推奨し、多くの国々の法に反映されている、「回避－低減－代償という順の措置」である。湿地を再生するよりも湿地への影響を回避するほうが容易である。
- **賢明な利用を実現するために、ラムサール条約のガイダンス（指導事項）を実践する**：ラムサール条約には、広範なさまざまなガイダンスがある。生態学的特徴の変化に関する報告書、危機的状況にある条約湿地のモニターレコードやラムサール諮問調査団など、ラムサール条約の枠組は、湿地の保全と管理に関する課題の特定と解決に役立つ。
- **コミュニティや企業に、経済的・財政的インセンティブ（動機）を与える**：湿地保全のための資金調達は、気候変動対応戦略や生態系サービスに対する支払いスキームなど、さまざまな枠組を通して行うことができる。負の影響をもたらすインセンティブを排除するのも有効である。税や認証、企業の社会責任プログラムを通して、企業活動が湿地保全の助けとなるように支援することもできる。行政の出資もきわめて重要である。
- **湿地管理に多様な視点を組み込む**：湿地の持つ複合的な価値が考慮されなくてはならない。適切な政策決定を確実に行うためには、ステークホルダーが、湿地のさまざまな生態系サービスを理解し、それらが人間の生活や健康や幸福にとって重要であることを知る必要がある。
- **国別湿地目録を作成し、湿地面積の変化を追跡する**：知識は、湿地保全と賢明な利用に向けた革新的なアプローチを助ける。例としては、リモート・センシング、フィールド・アセスメント（現地調査と評価）、市民科学、先住民や地域の知恵の採用などが挙げられる。湿地からの恩恵や変化の要因の指標を設定して測定することは、賢明な利用政策と順応的管理を支える鍵となる。

国際レベル、国レベル、集水域や各湿地レベルで、湿地保全に効果のあるさまざまな方法が利用できる。優れたガバナンスと一般の人々の参加は、全体を通してきわめて重要で、管理、資金の投入、知識も重要である。

1. はじめに

健全な天然の湿地は、人間の生存にとってきわめて重要である。けれども湿地は、数多くの課題に直面している。湿地に関する条約（ラムサール条約）は湿地に的を絞った唯一の法定国際条約である。この条約は、湿地の保全と賢明な利用の推進に地球規模で取り組み、持続可能な開発目標、生物多様性に関する愛知目標、気候変動に関するパリ協定や他の関連責務の実現において、湿地が中心的役割を確実に果たせるようにしている。本書『世界湿地概況』は世界の湿地の現状と傾向を、その課題や対策とともに紹介する。



湿地は持続可能な開発のために世界的に重要である

湿地は人間の生存にとって不可欠である。湿地は世界で最も生産性の高い生態系を有し、数えきれない恩恵につながる生態系サービスを提供する (MEA 2005; Russiほか 2013)。湿地には、湖や川から湿原まで、恒久的あるいは季節的に冠水するさまざまな淡水域や、河口域や潟湖、マングローブや礁などの沿岸および海洋の水域がある。地球の水循環は基礎生産と栄養循環を支え、人々に淡水と食料を与えてくれる。湿地は輸送や水力発電に利用される。葉などの原料や遺伝資源も提供する。また、洪水を緩和し、海岸線を護り、炭素を貯蓄・固定する。多くの湿地は文化や精神的価値、レクリエーションやインスピレーションにとって重要である。これらの恩恵のいくつかを図1.1にまとめて示す。

人間の健康と幸福に寄与する湿地の貢献は、しばしば見過ごされたり、正当に評価されずにいたりする。その結果、湿地管理は開発計画の中で重要視されてこなかった。ある分野のステークホルダーたちは、視野の狭い、短期的利益に基づいて決定を下し、複合的利益を得る機会を逸し、さらなる湿地の消失と劣化を招いている。湿地の賢明な利用と持続可能な開発を実現するためには、すべての分野の政策決定者に、湿地の複合的価値と相互依存性を認識し、考慮するよう促すことが必要である。効率的な湿地

管理のためには、多くの社会分野からの人々、特に湿地がもたらす数多くの恩恵に預かる人々や、湿地の管理や保全に影響力を持つ人々が協働する必要がある。

この報告書は、世界の湿地の現状と湿地による恩恵について概要を示す。また、ラムサール条約戦略計画2016-2024の進捗状況評価のための基準を定め、持続可能な開発目標、生物多様性に関する愛知目標、仙台防災枠組、気候変動に関するパリ協定における湿地への注目度を高める。そして、湿地の現状と変化の傾向を検証し、知識のギャップを特定し、将来起こりうる変化を探る。本書『世界湿地概況』は、悲観的な傾向も数多く紹介するが、成功例や優良事例にも脚光を当てる。また、湿地の消失と劣化の要因を探り、湿地に生きる人々やその他のセクターに、さまざまな対策を紹介する。

Box 1.1

『世界湿地概況』の背景

『世界湿地概況』は、『ミレニアム生態系評価 (MEA 2005)』『地球規模生物多様性概況 (生物多様性条約 2014)』『世界土地概況 (UNCCD 2017)』『土地劣化と再生に関する評価 (IPBES 2018)』『生態系と生物多様性の経済学 (Russiほか 2013)』などの分析に基づいて作成された。どの分析も皆、

湿地の消失と劣化ならびに生態系サービスと地域コミュニティを支える湿地の重要性に言及している。また本書は、ラムサール条約科学技術検討委員会が、1993年の発足以来作成し、とりまとめた文献も含め、膨大な量の公表文献に基づいて作成された。

ラムサール条約の役割

「湿地に関する条約」は湿地に的を絞った唯一の法的国際条約で、1971年にイランのラムサールという都市で調印されたことから、ラムサール条約として知られている。条約は1975年に発効し、現在、170か国が締約国となっている。条約が展開する賢明な利用の枠組み (Box 1.2参照) は、持続可能な開発に向けた世界的課題に、湿地が確実に組み込まれるためのメカニズムを提供し、生物多様性、気候変動、災害リスクの軽減、土地劣化に関する取り組みを支えている。

ラムサール条約は湿地について「湿地とは、天然のものであるか人工のものであるか、永続的なものであるか一時的なものであるかを問わず、更には水が滞っているか流れているか、淡水であるか汽水であるか鹹水であるかを問わず、沼沢地、湿原、泥炭地又は水域をいい、低潮時における水深が6メートルを超えない海域を含む」とやや幅広く定義している。ラムサール条約は、海洋沿岸域湿地、内陸湿地、人工湿地の3カテゴリー、42の湿地タイプを規定している (ラムサール条約事務局2010a)。

締約国は、ラムサール条約の「柱」である3つの基本的な義務を負う：

1. すべての湿地の保全と賢明な利用 (Box 1.2参照)；
2. 少なくとも1か所の国際的に重要な湿地 (図1.2)の指定と保全；
3. 国境をまたぐ湿地、共有の水系、共有の生物種についての国境を越えた協力 (Box 1.3参照、Gardner & Davidson 2011)。

ラムサール条約のもう一つの重要な概念は、湿地

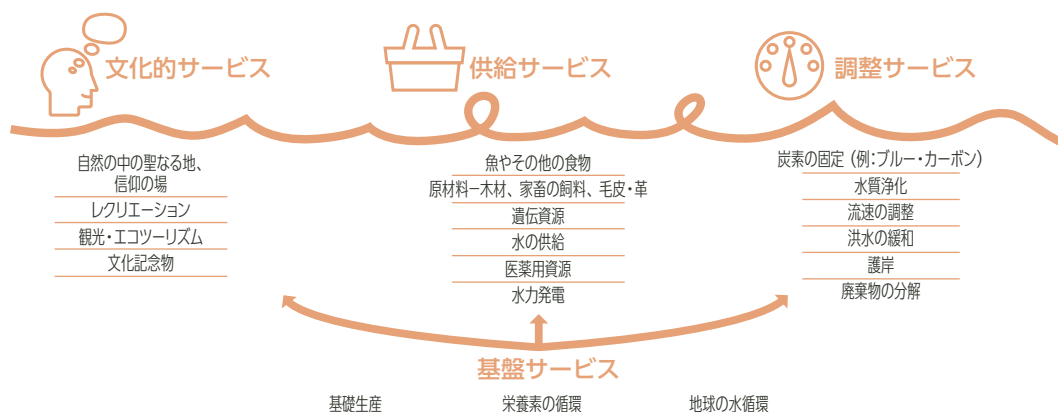
の生態学的特徴、すなわち「湿地を任意の時点で特徴付ける、生態系の構成要素、プロセスおよび恩恵・サービスを組み合わせたもの」 (ラムサール条約2005)である。各国は、すべての湿地の生態学的特徴を維持するよう奨励され、ラムサール条約湿地で人間由来の変化が起きた場合は、事務局に報告するとともに、その湿地を元の状態に戻すために必要な行動をとることが求められている。

湿地の賢明な利用

「ワイズユース (賢明な利用)」はラムサール条約の核心で、すべての湿地に適用される。これは、「持続可能な開発の考え方に立って、生態系アプローチの実施を通じて、その生態学的特徴の維持を達成すること」 (ラムサール条約2005)と定義される。人間の幸福や健康は湿地の生態系サービスに依存している。賢明な利用は、景観を視野に入れた湿地管理と人間のニーズの管理に焦点を当てており、優れたガバナンスに支えられた地域コミュニティとの協働を通して進められる。湿地の開発には避けられないものもあるが、すべての湿地においてそうとは限らない。締約国は、国の政策や法律、目録作成、モニタリングや研究、研修、教育、一般の人々への普及啓発、統合的湿地管理計画を通じて賢明な利用を推進する。

Box 1.2

図1.1
湿地がもたらす生態系サービス



ラムサール条約は 国内でも国際的にも役立つ

現在、ラムサール条約湿地の数は2300か所余りで、合計面積はグリーンランドの面積とほぼ同じおよそ2億5000万ヘクタール(250万km²)である。どの湿地も、国際的な重要性を示す9つの基準(湿地タイプ、生態学的生物群集、水鳥・魚類な

どの種の存続基盤に関する基準)のうちの少なくとも一つに該当する。ラムサール条約登録湿地は、地球上の内陸湿地と沿岸湿地の13~18%を占めており、締約国の相当な関与を示している(Davidson & Finlayson 2018)。

Box 1.3

国際協力

ラムサール条約は湿地の管理において国際協力を求めている(ラムサール条約事務局2010b)。その取組の一つが国境を越えた協力で、非公式な協力と、国境をまたぐラムサール条約湿地の指定による協力がある。このような条約湿地は20か所存在し、そのうちの二つ、ワッデン海(デンマーク、ドイツ、オランダ)とモラヴァ川・ターヤ川・ドナウ川合流地氾濫原(オーストリア、チェコ、スロバキア)は3か国にまたがっている。ベナン、ブルキナファソ、カメルーン、チャド、コートジボワール、ギニア、マリ、ニジェール、ナイジェリアが参加するニジェール川流域機構のよう

な多国間管理共同体を通して、川の流域が協働で管理されることもある。渡りをする種、渡りをしない種、侵略的外来種など、共通する生物種の管理も重要である。例として、ラムサール条約地域イニシアティブのひとつである東アジア・オーストラリア地域フライウェイ・パートナーシップや、より公式度の低い西半球シギ・チドリ類保護区ネットワークとの協力活動などがある。さらにラムサール条約は、地域協力のための15のネットワークや研修と能力養成のための4カ所のラムサール地域センターを持っている。

図1.2
世界各地の国際的に
重要な湿地
出典:RSIS



地球規模の政策や目標における湿地

健全で生態学的に機能している湿地は、生物多様性、持続可能な開発、土地劣化、気候変動、災害リスク軽減などに関する他の地球規模の取組の達成のカギを握るメカニズムである。

持続可能な開発のための 2030 アジェンダと持続可能な開発目標

湿地は、貧困、飢餓、健康、エネルギー、消費、気候変動に焦点を当てた国連持続可能な開発目標 (SDGs) の 17 の目標と、それに付随する 169 のターゲット項目の多くを達成するうえで、中心的な役割を果たす。これらの課題は、今後 10 年間の地球規模の開発努力の達成課題になると考えられる。目標 15 は特に「内陸淡水生態系およびそれらのサービス」の保全と持続可能な利用を求めている。目標 14 は沿岸域と海洋の保護を促している。目標 6 は水関連生態系の変化に関する目標を掲げて、水と衛生に焦点を当てており、ラムサール条約のデータを利用する予定である。SDGs のいくつかは、愛知目標 (以下参照) をモデルにしており、同目標同様、2020 年以降に改訂される予定である。

愛知目標

生物多様性に関する「愛知目標」は生物多様性

条約の生物多様性戦略計画 2011-2020 の一部で、実質的にそのすべてが湿地に当てはまる (Juffe-Bignoli ほか 2016)。目標のいくつかは生態系の消失の停止を目指しており、その中には、2020 年までに自然生息地消失の少なくとも半減、理想的には根絶を目指す目標 5 や、2020 年までに少なくとも陸域および内陸水域の 17%、また沿岸域および海域の 10% が、「効果的、衡平に管理され、かつ生態学的に代表的な良く連結された保護地域システムやその他の効果的な地域をベースとする手段を通じて」保全されることを目指す目標 11 などが含まれている。目標 10 はサンゴ礁の保全、目標 6 は水生生物の持続可能な利用、目標 7 は水産養殖の管理に焦点を当てている (CBD 2010)。

土地の劣化の中立性

国連砂漠化対処条約は、これ以上の土地の劣化への流れを止めるため、土地の劣化の中立性に向けた目標を定めている。さまざまな土地の劣化の形態の多くは水の管理に関連しており、さらに土地の劣化は、泥炭地、河口域、河川などの湿地に直接影響を与える。その中には世界の劣化ホットスポット (特に劣化の顕著な場所) も含まれる。



国際協定における湿地

パリ協定

2015年12月、国連気候変動枠組条約のもと、196か国が気候変動の緩和と適応に関する意欲的な計画に同意した。これにより各国は気候変動に対処するため、湿地からのものを含む、自然に基づく解決策を主要構成要素とする「国別目標 (NDCs)」を作成するよう求められている。これらの目標は、適応と緩和においてきわめて重要な役割を持っており、後者(緩和)は特に、泥炭土壌と、沿岸水域のブルーカーボンにおける、二酸化炭素の吸収と固定を通して行われる(ラムサール条約2015)。湿地保全管理をNDCsに含めることを各国に促す働きかけは、高い優先度を持つ。

仙台防災枠組

2015年3月、国連防災世界会議において、15年間に渡る自発的災害リスク軽減戦略である仙台防災枠組2015–2030が採択された。この拘束力のない協定は、「災害リスク軽減を組み込んだ総合的環境・天然資源管理アプローチの実施」の必要性を認めている。ここでは、洪水の危険を減らし、暴風雨の被害を和らげる湿地の役割について触れ、強靱なコミュニティづくりにおける湿地の重要性が強調されている。

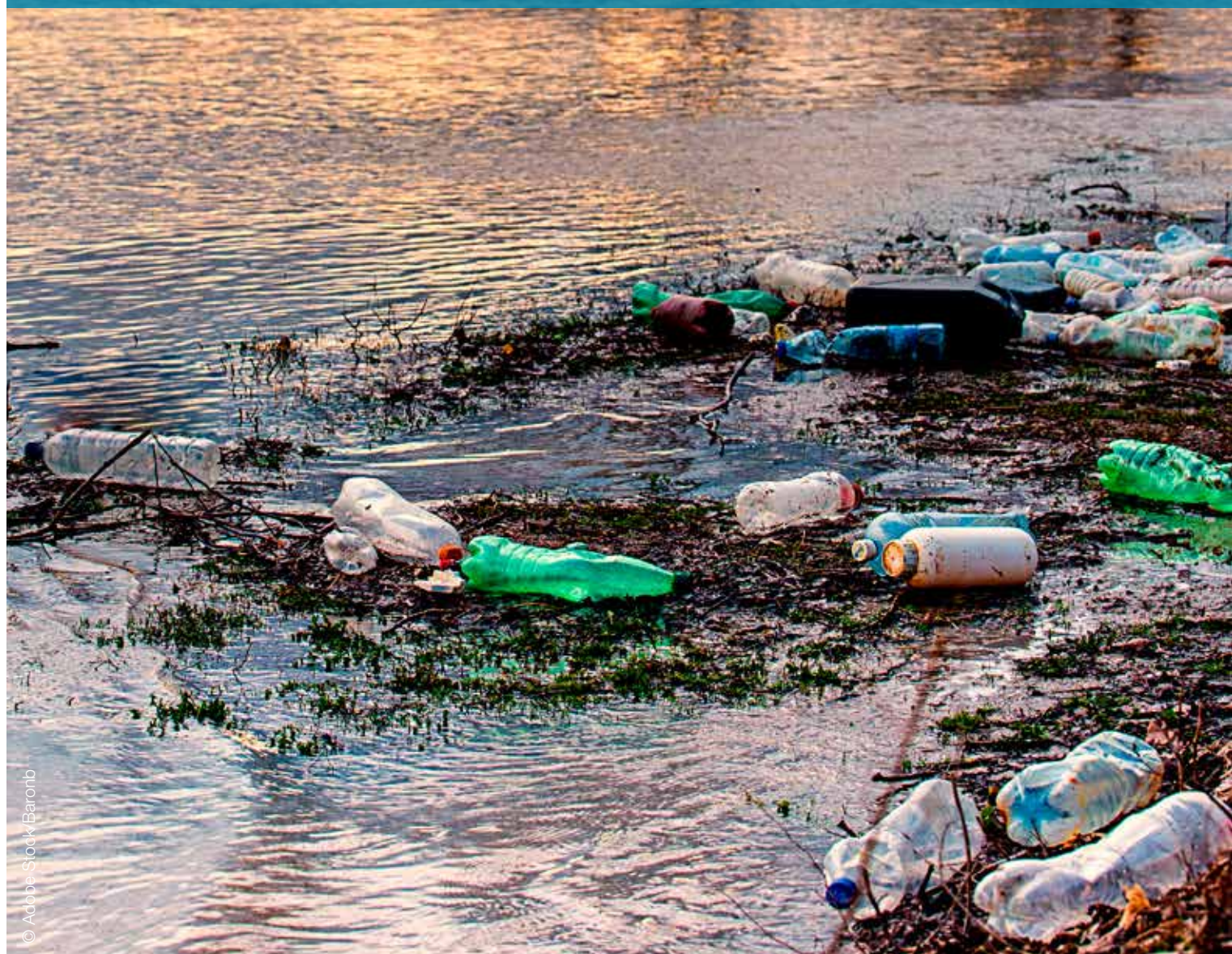
生物多様性関連の多国間協定

湿地と湿地に依存する生物種は、「生物多様性条約」「移動性野生動物種の保全に関する条約(本条約のアフリカ・ユーラシア渡り性水鳥保全協定も含む)」「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」「世界遺産条約」など、生物多様性に関連するその他の多国間環境協定によって守られている。事務局レベルの協働は、生物多様性連絡グループや多国間環境協定の過程への参加を通じて行われている。科学的、技術的協力は、高病原性鳥インフルエンザ対策(Gardner & Grobicki 2016)や、内陸・沿岸・海洋各水域生態系の迅速な生態学的評価に関する指導(生物多様性条約とラムサール条約2006)、土地の劣化の中立性に対する国連砂漠化対処条約との共同作業(ラムサール条約とUNCCD 2014)などの新たな課題も含め、合同ミッションや組織的指導を通して行われている。



2. 現状と傾向

ラムサール条約は、世界の湿地の現状と傾向を継続的に把握しており、それが持続可能な開発目標6の進捗状況の評価に役立っている。天然の湿地は、内陸、沿岸、海洋の各環境で減少し、人工湿地のわずかな増加も、それを補うことはできていない。湿地に依存する種の個体数は減少し、多くは絶滅のおそれがある。世界中で水質は悪化し続けている。それでも湿地は、その生態系サービス、とりわけ食料および水の安全保障、防災・減災、炭素の固定においてきわめて重要である。経済と生物多様性における湿地の価値は、多くの陸上生態系をはるかにしのいでいる。



ラムサール条約は、世界の湿地の現状と傾向を継続的に把握している

ラムサール条約締約国は、「賢明な利用」を通してすべての湿地の「生態学的特徴」を維持することを明確に求められており、湿地の現状と傾向の分析は、ラムサール条約が定義する湿地の生態学的特徴（Box 2.1）にもとづいて行われている。したがってこの分析は、情報が得られる範囲で、湿地の生態学的特徴を成す生態系の構成要素、プロセス、サービスを対象としている。湿地面積などの湿地の生態学的特徴に関するデータは、湿地目録を通して締約国から集められており、2018年1月から、これらのデータは各国が条約に提出する国別報告書に含めら

れている。ラムサール条約は国連持続可能な開発目標の指標6.6.1（水関連生態系面積の経時変化）について、国連環境計画とともにデータ管理機関をしているので、これらのデータは公式報告メカニズムとして利用されることになる。

湿地の生態学的特徴の維持というラムサール条約の義務には、生物多様性条約の生態系アプローチが含まれる。

BOX 2.1

湿地の生態学的特徴（ラムサール条約2005）

図2.1に示す通り、2005年、ラムサール条約は湿地の「生態学的特徴」を「特定の時点でその湿地を特徴づける生態系の構成要素、プロセス、恩恵・サービスの組み合わせ」と再定義した。

2005年の「賢明な利用」の定義の変更に伴い、現在、締約国には、かつてのような「国際的に重要な湿地（ラムサール条約湿地）」だけでなく、「すべて

の湿地」の生態学的特徴を維持することが求められている（Finlaysonほか 2011）。さらに条約は、技術開発、汚染、あるいはその他の人の介入により、ラムサール条約湿地の生態学的な特徴が、すでに変化しており、変化しつつあり、または変化するおそれがある場合には、報告を行うことを締約国に求めている。



図 2.1
生態学的特徴の概念
図：湿地を特徴づける
構成要素、プロセス、
生態系サービスで表さ
れる（Finlayson ほか
2016より）

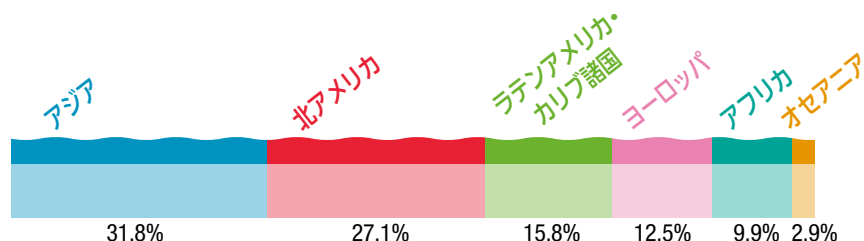
世界の湿地面積データの 正確性が向上している

世界の内陸および沿岸の湿地面積の最新の推計値は、1210万km²余りである。このうち54%が恒久的に冠水し、46%が季節的に冠水する。さらに推計520万km²が断続的あるいは一時的に冠水するが、これには、強い暴風雨に影響されかつて湿地となった場所も含まれると考えられる。湿地のおよそ93%が内陸湿地で、7%が海洋または沿岸の湿地である。だがこの沿岸湿地の推計には、沿岸近くの潮下帯湿地など、ラムサール条約の定義にあてはまるいくつかの湿地タイプは含まれていない。世界の人工湿地の面積は比較的狭く、貯水池は30万km²、水田は130万km²と推計されている(Davidsonほか2018; Davidson & Finlayson 2018)。

世界の推計湿地面積は、1980年代以来かなり増加した。これは主に、近年のリモートセンシングと地図の製作手法の進歩によるもので、実際の湿地面積の増加を反映したものではない(Davidsonほか2018)。

湿地面積(図2.2)が広いのはアジア(世界の湿地面積の32%)、北アメリカ(27%)、ラテンアメリカとカリブ諸国(16%)である。ヨーロッパ(13%)、アフリカ(10%)、オセアニア(3%)の湿地面積は比較的狭い(Davidsonほか2018)。

図 2.2
湿地面積の地域別割合
(%) (Davidson ほか
2018より)



© Equilibrium Research

天然の湿地は減少し、人工の湿地は増加している

図 2.3
WET 指数が示す、1970 年以降の世界各地の天然の湿地面積の変化。出典: UN WCMC (2017)

注: WET 指数は、報告事例のみの変化を分析したもので、各大陸の全湿地面積の変化を示すものではない。

各地域の天然の湿地の WET 指数 (上)

- アフリカ
- アジア
- ヨーロッパ
- ラテンアメリカ・カリブ諸国
- 北アメリカ
- オセアニア

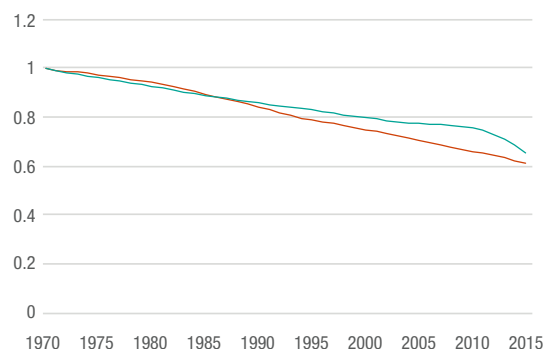
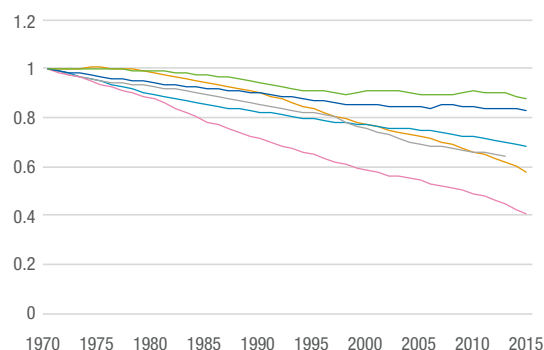
内陸湿地と海洋・沿岸湿地の WET 指数 (下) 地域加重済

- 世界の海洋・沿岸湿地 (加重済)
- 世界の内陸湿地 (加重済)

現在残っている天然の湿地は、もとの湿地のごく一部でしかなく、天然の湿地は世界中ほとんどの場所で、排水工事や土地転換により何世紀もの間、徐々に減少してきた (Box 2.2 参照)。データが存在する場所だけでも、西暦 1700 年以降、地球の湿地資源の 87% 近くが失われ (地球全体の合計ではない可能性あり)、その速度は 20 世紀後半になって加速している (Davidson 2014)。しかし、世界の冠水地域と開水面の (天然の湿地と人工湿地を合わせた) 面積変化に関する最近の評価では、別々の期間で純減を示すものと (Prigent ほか 2012; Schroeder ほか 2015) と純増を示すもの (Pekel ほか 2016; Box 2.4)、両方の報告がある。

2014 年から、ラムサール条約は国連環境計画・世界自然保全モニタリングセンターに委託して、各湿地のサンプルに基づく、湿地面積変化指数 (WET 指数) の算出を行っている。WET 指数は、1970 年から 2015 年までの 2000 以上の時系列データを照合し、それを地域と湿地分類毎に細分したものである。これにより平均的傾向が集積・分析されている。

2017 年にこの調査はすべてのラムサール条約地域に拡張され、継続的な減少傾向を明らかにしている (UN WCMC 2017)。これによれば、1970 年から 2015 年にかけて調査を実施した天然の湿地は、沿岸と海洋、および内陸のいずれにおいても約 35% 面積が減少し、湿地の平均面積は、12% (オセアニア) から 59% (ラテンアメリカ。サンプリングの対象となった湿地のうち、オリノコ川とアマゾン川を除く主にカリブ海地域のデータより) と差があるものの、すべての地域で減少したと考えられる (表 2.3)。

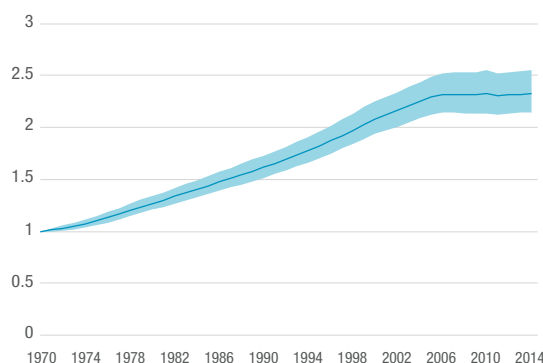


WET 指数によって推定される、1990 年から 2015 年までの間の天然の湿地の年平均消失割合は -0.78% で、自然林の年平均消失割合 (-0.24%) (FAO 2016a) の 3 倍以上速いスピードである。自然湿地消失のスピードは、1970 年から 1980 年にかけての年 -0.68% ~ -0.69% から、2000 年以降の年 -0.85% ~ -1.60% へと加速している。

これとは対照的に、人工湿地は 1970 年代 (およびそれ以前) 以降増加していて、中には天然の湿地から転用されたものもある。貯水池の面積は約 30%、水田は約 20% 増加した (Davidson ほか 2018); 以下 (24 ページ) 参照。WET 指数によれば、人工湿地の面積は天然の湿地に比べると比較的少ないが、調査を行った各地域では、1970 年以降人工湿地が倍増したことがわかった (Davidson ほか 2018)。入手できたデータが限定されるため、地域ごとの傾向は計算できなかった。

図 2.4
WET 指数が示す、1970 年以降の世界の人工湿地面積の変化。出典: UNEP-WCMC (2017)

■ 人工湿地の WET 指数とその上下信頼限界



ヨーロッパの湿地の変化は世界の傾向を物語る

2000年以上にわたるヨーロッパの土地利用変化は、主に農業と都市開発のための大規模な湿地排水であった。特に変化が大きかったのは、農業や港、工業開発のために利用された河口域 (Davidsonほか 1991) と、河川流域や氾濫原である。貯水池やその他の水貯留施設の建設などにより、多くの湿地の生態学的特徴が変化した。イベリア半島では、主要な川のすべてにダムが建設された (Nicolaほか 1996)。動植物の生息環境の消失は、生態系の機能とサービスを損ね、その影響は特に沿岸漁業で深刻である (Lotzeほか 2005; Lotze 2007)。例としては、ワッデン海 (Erikssonほか 2010) や多くの天然カキ礁の消失 (Airoldi & Beck, 2007) がある。プロジェクト MAR (温帯湿地の保全管理プロジェクト) は、1960年代に国際的に重要な湿地の

国別目録 (IUCN 1965) を照合し、1940年代から湿地の消失が加速していることを発見した。「1960年から1965年にかけて、ヨーロッパの海岸線は毎日1kmずつ開発された」としている (Airoldi & Beck 2007)。20世紀と21世紀初頭に、ヨーロッパの沿岸湿地と内陸湿地が大幅に減少したと報告している (Davidson 2014)。逆に、貯水池を埋め立てたり、碎石場や砂利採掘場に水を貯めたり、排水工事をした湿地を再生したりして、新たな湿地も作り出された (Hertzman & Larsson 1999 など)。WET 指数は、1970年以降、ヨーロッパの内陸湿地と沿岸湿地が全体で約35%減少したことを示している (UN WCMC 2017)。

Box 2.2



© Michelle Guamanzara Medina

地中海地方の湿地における湿地面積の傾向

地中海地方の約400か所の湿地について、湿地面積変化 (WET) 指数を算定したところ、1970年から2013年の間に、天然の湿地の48%が消失したという結果が出た。このことは、この地域の湿地の状態が、周囲の3つの大陸 (アフリカ42%、アジア32%、ヨーロッパ35%) より悪かったことを示している (UN WCMC 2017)。これは、前述の400か所の4分の3のみを調べて、1975年から2005年の間に天然の湿地の9%が消失したとする、過去の算定値とは対照的である。消失の数字がこの

ように小さくなったのは、未だに広い面積を保っている湿地のみを対象とし、2005年までに完全に、あるいは大部分が失われた湿地を除外したことがひとつの原因である。逆に、それ以外の湿地について報告した文献では、大幅に減少した湿地が報告される傾向が強く、過大な減少の報告につながりがちである。この相反する二つの統計処理結果のゆがみは、地域の湿地消失を計算する際のサンプリング方法による影響を物語っている。

出典: Mediterranean Wetland Observatory (2018)

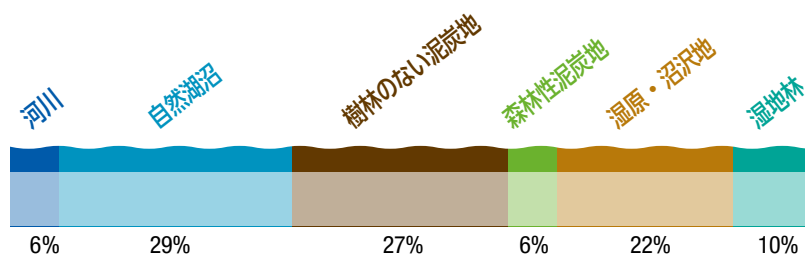
天然の内陸湿地の面積は 変化しており、概して減少している

ラムサール条約の締約国は、第13回ラムサール条約締約国会議に向け各国の湿地面積を報告し、暫定的な国別データは提供されているが、それでも各国の湿地タイプの面積、分布、変化に関するデータはいまだに不完全である。今後の報告によって、地域レベル、世界レベルで集められる各国のデータや、内陸、海洋・沿岸、人工湿地といったラムサール条約の湿地分類に沿った国別データが、遠からず手に入るだろう。このメカニズムによって、水関連生態系の面積に関するSDGsの指標6.6.1を計測するために、一般に受け入れられている湿地の国際定義に沿った国別の有効データが提供されるだろう。複数の情報源から、さまざまな湿地タイプに関する情報が収集されている (Davidson & Finlayson 2018)。しかし、ラムサール条約で分類される42の湿地タイプすべてについての個別情報は得られていない。したがって、以下の説明では一般的な湿地分類を利用した(表2.1~2.3参照)。

内陸の天然の(地表)湿地は大きく分けて、泥炭地、沖積土壌に形成された湿原や沼沢地、自然湖沼の3タイプの湿地によって占められる。これらを合計すると、世界の内陸地表湿地のおよそ80%になる(図2.5)。泥炭地は全体で内陸湿地の30%余りを構成している。河川や森林性泥炭地、沖積土壌に形成された沼沢地や湿地林の面積は、それほど広くない。地下水に依存するさまざまなタイプの湿地の面積については全く情報がないが、地球の陸地全体に広がる約1900万km²の炭酸塩岩の下には、内陸と沿岸の地表の湿地を合わせたよりも広い地下湿地が広がっていると考えられる (Williams 2008)。

データが存在するほとんどのタイプの内陸湿地は、地球全体で面積が減少している。世界の泥炭地では、1990年から2008年までの間に全体として大きな変化はほとんどなかったが、森林性泥炭地と熱帯の泥炭地は大きく減少した。樹林のない泥炭地は若干増加したという報告があるが (Joosten 2010からのデータ)、これは一部、森林性泥炭地からの転換である可能性がある(表2.1)。

図 2.5
天然の内陸湿地の面積割合 (%) (表2.1より)



Box 2.3

地球の地表水域面積の傾向

1984年から2015年の間に、年間を通じて存在する恒久的な地表水域(淡水と塩水)はおよそ9万km²失われたと推定される(世界の測定済み水域面積の2%)。この減少は、新たに生まれた21万km²の恒久的水域によって相殺される。そのうちの3万km²は季節的水域が恒久的水域になったもので、18万km²は地表水がなかった場所に恒久的

水域が形成されたものである。恒久的水域の純面積は、わずかな純減(1%)を示したオセアニアを除くすべての大陸域で増加を示している (Pekelほか2016)。これらのデータは、干ばつや洪水などの極端な事象を考慮に入れ、評価を行った期間と関連付けながら解釈されねばならない。

内陸湿地の変化

表2.1
天然の内陸湿地の面積とその変化
(出典: Davidson & Finlayson 2018)
水色部分は情報なし

実質的面积変化:
→ 変化なし (±5%)
↓ 減少 (5~50%)
↑ 増加 (+5~50%)

天然の内陸湿地	地球上の総面積 (100万km ²)		世界全体の面積変化 (増減率) ^b	世界全体の面積変化 (実質的变化) ^c
	湿地タイプ	従属する湿地タイプ ^a		
河川	0.624-0.662			↓
自然湖沼	3.232-4.200			↓
自然湖沼 (>10 ha)		2.670		↓
自然湖沼 (1-10 ha)		0.562		
泥炭地	4.232		-0.97	→
樹林のない泥炭地 (高層湿原、中間湿原、低層湿原)		3.118	+6.80	↑
森林性泥炭地		0.696	-25.32	↓
熱帯の泥炭地		1.505	-28	↓
温帯・寒帯の泥炭地		3.380		
(沖積土に形成された) 湿原・沼沢地 (氾濫原を含む)	2.530			↓
(沖積土に形成された) 熱帯の淡水沼沢地		1.460		↓
(沖積土に形成された) 湿地林	1.170			
地下水に依存する湿地				
カルスト、洞穴水系				
泉、オアシス				
地下水に依存するその他の湿地				

^a 従属する湿地タイプは、「湿地タイプ」とは別の基準に従って分類されたので、数値の合計が必ずしも各湿地タイプの数値と一致するとは限らない。温帯・寒帯の泥炭地と熱帯の泥炭地の合計面積は、樹林のない泥炭地と森林性泥炭地の合計面積とは異なる。これらはむしろ、すべての泥炭地を対象とした、別個の空間分類である。

^b 面積変化 (増減率) は元データと湿地タイプによって年代幅が異なり、泥炭地、樹林のない泥炭地、森林性泥炭地は1990~2008年、熱帯の泥炭地は2007~2015年である。

^c 面積変化の割合が得られていない場合の実質的面积変化は、比較的狭い面積の湿地分類に関する一連の公開資料からその傾向を解釈して判定した。(Davidson & Finlayson 2018より)。

天然の沿岸・海洋湿地の面積も経年的に減少している

天然の海洋・沿岸湿地のうち、特に面積が大きいのは、植物の生えていない干潟と塩性湿地とサンゴ礁で、合わせると世界合計の80%近くを形成しており、マングローブと藻場の面積は少ない(図2.6)。砂丘、海浜、磯、貝殻礁、コンブ群生地、潮下帯の浅瀬などの情報はなく、これらの場所の数字は含まれていない。このうち潮下帯の浅瀬の面積は大きく、貝殻礁とコンブ群生地の面積は小さいと考えられる。

沿岸の天然の湿地はほとんどのタイプも、地球全体で面積が減少しており(表2.2)、その多くにかなりの減少が見られる(沿岸デルタ、藻場、貝殻礁)。例外はコンブ群生地で、世界のある場所では減少、別の場所では増加というように変化の傾向は場所によって大きく異なる。

図2.6 海洋および沿岸の天然の湿地の面積割合(表2.2より)

- 植物の生えていない干潟
- 塩性湿地
- 沿岸デルタ
- マングローブ
- 海藻・海草藻場
- サンゴ礁(温暖な水系)

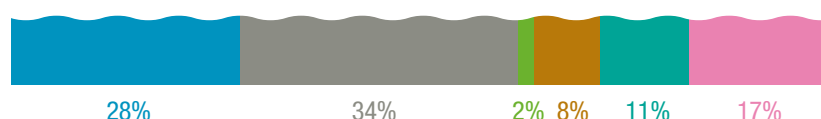


表2.2 海洋および沿岸の天然の湿地の面積とその変化(出典: Davidson & Finlayson 2018; Global Mangrove Watch)水色部分はデータおよび情報なし

- 実質的面积変化:
- 変化なし(±5%)
 - ↓ 減少(-5-50%)
 - ↓↓ 減少(>-50%)
 - ↑ 増加(+5-50%)

	地球上の総面積(100万km ²)		世界全体の面積変化(増減率) ^b	世界全体の面積変化(実質的变化) ^c
	湿地タイプ	従属する湿地タイプ ^a		
河口域	0.660			↓↓↓
植物の生えていない干潟		0.458		↓↓↓
塩性湿地		0.550		↓
沿岸デルタ		>0.030	-52.4	↓↓
マングローブ	0.143		-4.3	→
海藻・海草藻場	0.177		-29	↓
サンゴ礁(温暖な水系)	0.284		-19	↓
貝殻礁			-85	↓↓
沿岸の礁湖・潟湖				↓
コンブ群生地			-0.018	→
潮下帯の浅瀬				↓
砂丘/海浜/岩礁				
沿岸のカルスト・洞穴				

^a 従属する湿地タイプは、「湿地タイプ」とは別の基準に従って分類されたので、数値の合計が必ずしも各湿地タイプの数値と一致するとは限らない。

^b 面積変化(増減率)は元データと湿地タイプによって年代幅が異なり、沿岸デルタは1986~2000年、マングローブは1996~2016年、海藻・海草藻場は1879~2005年、サンゴ礁は歴史的年代~2008年、貝殻礁は歴史的年代~2010年、コンブ群生地は1952~2015年である。

^c 面積変化の割合が得られていない場合の実質的变化は、比較的狭い面積の湿地分類に関する一連の公開資料からその傾向を解釈して判定した。(Davidson & Finlayson 2018より)。

人工湿地面積は増加している

天然の湿地が減少する一方で、人間が作った湿地は増加し続け、必ずしもそうだとはいえないが、多くの場合、天然の湿地に取って代わっている。人工湿地の大半は水田あるいは貯水池などの貯水施設で、それよりかなり狭い面積を、小さな池、熱帯の泥炭土壌に作られた油ヤシやパルプ材のプランテー

ションが占めている。湿性草地、塩田、水産養殖池、廃水処理用池の世界面積データは得られていない。1960年代以降、ほとんどのタイプの人工湿地は世界的に著しく増加しており(表2.3)、現在では世界の湿地面積のおよそ12%を占めると考えられる。

表 2.3
人工湿地の面積とその変化(出典: Davidson & Finlayson 2018) 水色部分はデータおよび情報なし

人工湿地	地球上の総面積 (100万km ²)	世界全体の面積変化 (増減率) ^a	世界全体の面積変化 (実質的变化) ^b
貯水場所			
貯水池	0.443	+31.6	↑
小さい池(農業用など)	0.077		↑-↑↑
農業用湿地			
水田	1.290	+30.2	↑
パームオイル農園	0.002	+39	↑
湿潤な草地			↓
排水処理場/造成された湿地			↑
塩田			
水産養殖池			
人工のカルスト・洞穴			

^a「面積変化(割合%)」は元データと湿地タイプによって年代幅が異なり、貯水池は1970~2012年、稲作地は1965~2014年、パームオイル農園は1990~2015年である。

^b面積変化が得られていない場合の「実質的变化」は、比較的狭い面積の湿地分類に関する一連の公開資料からその傾向を解釈して判定した。(Davidson & Finlayson 2018より)。

- 変化なし(±5%)
- ↓ 減少(5~50%)
- ↑ 増加(+5~50%)
- ↑↑ 増加(>+50%)

湿地に依存する多くの生物種の 個体数が減少している

湿地に依存する生物種の多くは長期に渡って個体数が減少し、絶滅の危機に瀕しているという以前の分析が、最近の評価によって裏付けられた。

IUCNのレッドリストは、動植物種の絶滅の危機レベルの評価を行っており、そこから以下のことがわかった：

- 世界全体で評価が行われた、湿地に依存する生物種1万9500種のうち、4分の1(25%)が絶滅の危機に瀕している；
- (調査した1万8000種あまりのうち)内陸湿地に依存する生物種の25%が世界的な危機にさらされており、うち6%が深刻な危機(CR)のカテゴリーに分類されている；
 - 内陸に生息する生物種では、河川に依存する種(34%)のほうが、湿原や湖に依存する種(20%)より、世界的な危機に瀕する種の割合が高い
 - 内陸湿地に依存する生物種は、同類で陸生のものより絶滅の危険が高い(Collenほか2014)
- 沿岸部や沿岸水域の海洋生物については、評価種数をはるかに少なかった(1500種未満)が、世界的危機レベルは同程度(23%)で、そのうち深刻な危機(CR)に分類されているものはわずか1%であった。

生きている地球指数(LPI)は、脊椎動物種個体群の個体数の経時変化の平均を計算したものである。計算するのは変化の割合で、個体数の変化そのものではない。そこから以下のことがわかった：

- 1970年以来、世界中で淡水生物種の81%が個体数を減少させた(図2.7)。これは、他のどの生態系に依存する生物種の減少割合よりはるかに大きい数字である(WWF 2016)；
- 1979年から2008年の間に、温帯地域の淡水生物種の指数が36%増加したが、熱帯地域の指数は70%減少した(WWF 2012)；
- 淡水LPIとは対照的に、2016の海洋LPIの36%減少の大半は、1970年から1980年代後半の間に起き、その後この傾向は、1988年以降に世界の漁獲量がきわめて低い個体数レベルで安定すると、それを反映して安定した(WWF 2016)

(図2.7)。

IUCNレッドリストのデータから算出されるレッドリスト指数(RLI)は、さまざまな種グループの生存可能性の傾向について評価を行ったものである(Butchartほか2007)：

- データが得られた、湿地に依存する4つの分類群(哺乳類、鳥類、両生類、サンゴ類)のすべてにおいて、RLIはマイナス傾向で(図2.8)、生物種がどんどん絶滅に向かっていくことが示された；
- 最も減少速度が速いのはサンゴ類だった(特に海洋の酸性化と温暖化に関連する白化現象に起因する)；
- RLIの数値が最も低いのは両生類で、最も深刻な危機(特にカエルツボカビ病を原因とする)にさらされていることを示している；
- 水鳥類は1980年代後半から継続的に減少している。

図2.7

淡水、海洋、陸上の各バイオームの生きている地球指数2016年。陸上バイオームには熱帯林、温帯林、草地、低木林、砂漠が含まれる。出典:WWF(2016)を基に編集。

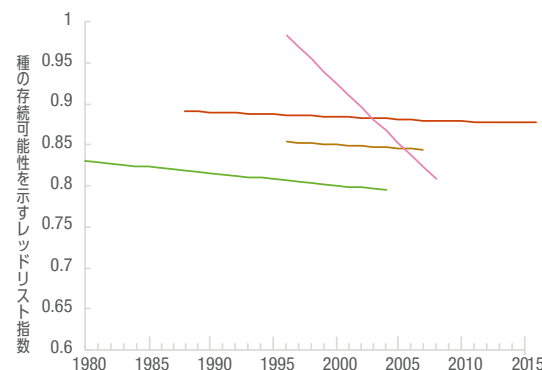
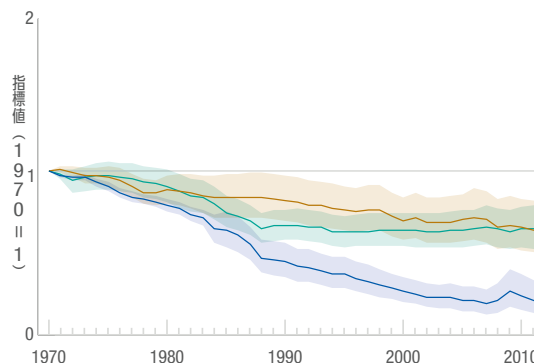
生きている地球指数

- 陸上
- 海洋
- 淡水

図2.8

湿地に依存する各生物分類群の持続可能性を示すレッドリスト指数の変化。出典:パードライフ・インターナショナル(2015)

- 鳥類
- 哺乳類
- 両生類
- サンゴ類



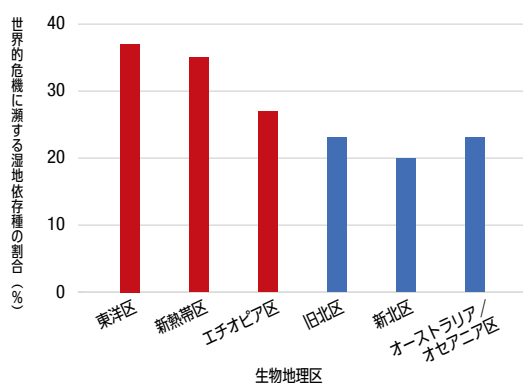
湿地に依存する生物種の地域ごとの傾向は、熱帯が最も危機的であることを示している

すべての地域、すべての分類群についてではないが、淡水生物種や個体群の地域ごとの状況と変化の傾向が、IUCNのレッドリストを基に評価されている。世界的危機に瀕している生物種の割合は、危機レベル評価を行った現存種のデータから算出された(絶滅種と情報不足の種は除外される)。

さまざまな生物地理学的な領域(おおむね類似した進化史を有する地域)における、世界的な

危機に瀕する淡水生物分類群の割合は、地域によって20%から37%の間となっており(図2.9)(Collenほか2014)、危機の度合いは熱帯が最も大きい。さらに細分化した地域ごとに見ると、湿地に依存する生物種の世界的危機レベルは、地域によって大きく異なる(表2.4)。評価を行った地域の中では、マダガスカル(湿地に依存する生物種の43%が世界的危機に瀕している)、ニュージーランド(41%)、ヨーロッパ(36%)、ラテンアメリカの熱帯アンデス(35%)が最悪な状況にあり、アフリカ(25%)、アラビア半島(22%)も深刻な問題を抱えている。危機レベルが低いのは、アジアの一部(インドビルマ地域、ヒマラヤ東部、インド(10~19%)、北アメリカ(20%)、地中海地方東部(19%)、オセアニア太平洋諸島(12%、淡水魚のみ)である。ところがここでもいくつかの分類群は危機に瀕しており、例えば、インドビルマ地域のカニ類と哺乳類、インドの両生類と淡水魚類、北アメリカの淡水エビ類、地中海地方東部の非海生軟体動物、十脚類、淡水魚類などである。

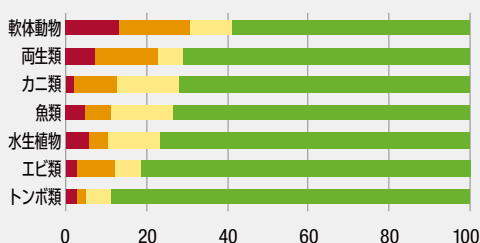
図2.9
各生物地理区における、世界的な危機に瀕する淡水性脊椎動物と淡水性十脚類(カニ・ザリガニ)の割合(熱帯地域:赤、その他の地域:青)。出典:Collenほか(2014)



Box 2.4
(表2.4も参照)

熱帯各地の淡水生物種の状況

アフリカ大陸 アフリカでは、評価を行った淡水生物分類群のうち、世界的危機の度合いが最も大きいのは軟体動物(41%)で、続いて両生類(31%)、カニ類(28%)、魚類(27%)であった(Darwallほか2011)。



マダガスカルとインド洋諸島 多くの淡水生物分類群、特に水生植物(80%)、ザリガニ類(67%)、両生類(49%)、魚類(43%)、非海生軟体動物(30%)が世界的危機に瀕している(Máiz-Toméほか2018)。

インドビルマ地域、ヒマラヤ東部、西ガーツ山脈 インドビルマ地域では、湿地に依存する哺乳類の77%、カニ類(34%)、両生類、魚類、軟体動物(いずれも17%)など、数多くの種が世界的危機に瀕しているが深刻な危機(CR)に分類されているものは少ない(2%)。ヒマラヤ東部と西ガーツ山脈地域では、魚類(それぞれ18%と37%)、西ガーツ山脈では両生類(41%)の危機の度合いが高く、その他の分類群では、ヨーロッパやアフリカよりも、危機の度合いが低い(Allenほか2010, 2012; Molurほか2011)。

熱帯アンデス 熱帯アンデスに生息する淡水性生物のうち、18%が世界的な危機に瀕していて、うち4%が深刻な危機(CR)に分類されている。危機の度合いがきわめて高いのは、軟体動物(38%、うち15%が深刻な危機(CR))と水生植物(33%、うち8%が深刻な危機(CR))である(Tognelliほか2016)。

図2.10
アフリカの淡水性生物の現状(Darwallほか2011より)

■ 深刻な危機(CR)
■ 危機(EN)
■ 危急(VU)
■ 準絶滅危惧(NT)・低懸念(LC)

湿地に依存する生物種の変化の傾向

表2.4

湿地に依存する内陸性生物分類群の地域別世界的危機の度合い (出典: IUCN 淡水レッドリスト発表文献、レッドリスト・データブック1)

- 世界的危機にある種が10%未満
- 10~25%
- 25%より多い
- 分類群ごとの評価なし

地域	地区	世界的危機の度合い (%)											
		ヒカゲノカスラ・シダ類	淡水性維管束植物	非海生軟体動物	カニ類	ザリガニ類	淡水性エビ類	トンボ類	淡水魚類	両生類	水鳥類**	湿地に依存する哺乳類	評価済み分類群全体
アフリカ	アフリカ大陸部		24	41	28		19	11	27	31			25
	マダガスカル・インド洋諸島		80*	30	15	67	4	7	43	49			43
アジア	アラブ半島		16	24	0			29	50				22
	インドビルマ地域		2	17	34		0	4	17	17	12	77	13
	ヒマラヤ東部			2			8	2	18				10
	インド		9	12	11		4	3	37	41			19
ヨーロッパ	ヨーロッパ	40	8	59		67	41	16	40	23	15		36
	地中海地方東部		3	45		44		7	41	33	5	38	19
ラテンアメリカ・カリブ諸国	熱帯アンデス		33	38				15	16				35
北アメリカ	北アメリカ					20	40		20	22			20
オセアニア	ニュージーランド			47		0	0	0	49	75			41
	オセアニア太平洋諸島								12				12

1. アフリカ大陸部: Darwallほか 2011; マダガスカル: Maíz-Toméほか 2018; インドビルマ地域: Allenほか 2012; ヒマラヤ東部: Allenほか 2010; インド: Moluriほか 2011; アラブ半島: Garciaほか 2008; 熱帯アンデス: Tognelliほか 2016; ヨーロッパ: バードライフ・インターナショナル 2015a, Bilzほか 2011, Cuttelodほか 2011, Freyhof & Brooks 2011, Kalkmanほか 2010, Temple & Cox 2009, García Criadoほか 2017; オセアニア太平洋諸島: Pippard 2012; 地中海地方東部: Smithほか 2014; その他: レッドリスト・データベース 2017.3 (評価日: 2017年10月30日)。

*固有種のみ

**水鳥類は、多くの種類についてレッドリスト評価が行われているが、この分類群(水鳥類)が、淡水性生物に関する地区別レッドリスト評価の対象となることは少なかった。

湿地に依存する生物種(分類群)の現状

さまざまな生物分類群について現状評価が行われており、その多くは象徴的な種を対象としたもので、渡り性水鳥の渡りのルートなどが対象になることもある。表2.5は、それをまとめたものである。世界的な状況の変化の傾向が得られた分類群は、海藻・海草類、サンゴ類、両生類、ウミガメ類、水鳥類、哺乳類など、わずか数群であった。

結果は以下のとおりである。どのグループも危機に瀕していて、憂慮すべき消失の様相を見せている。評価が行われた分類群の半分以上で、世界的な危機に瀕する種が4分の1を超え、ウミガメに関しては評価種すべてに上っている。

IUCNのレッドリストを基に評価された、内陸湿地や沿岸湿地に依存するほとんどすべての種が、高い世界的危機レベルを示している(10%を超える種が世界的危機にある)。

- 世界的な絶滅の危機レベルがきわめて高いのは、ウミガメ類(100%が世界的危機に瀕している)、湿地に依存する大型動物(62%)、淡水爬虫類(40%)、非海生軟体動物(37%)、両生類(35%)、サンゴ類(33%)、カニ類とザリガニ類(32%)である。
- 評価を行った分類群すべての中で低い危機レベルにあるのは、サンゴ礁に依存するブダイ類とニザダイ類の魚(2%が世界的危機)とトンボ類(8%)のみだった。

湿地に依存する各生物グループの状況をまとめると、以下ようになる。(注:部分的なデータに基づくものもある):

シダ類とヒカゲノカズラ類

ヨーロッパ(これらの種について評価が行われたのはこの地域のみ)では、湿地に依存する種の36%が世界的な危機に瀕している(Garcia Criadoほか2017)。

表2.5
湿地に依存する生物種の分類群別世界的危機状況の概要(IUCNレッドリスト)

- 世界的危機にある種が10%未満
- 10~25%
- 25%より多い

¹ IUCN レッドリストのランク: 深刻な危機(CR); 危機(EN); 危急(VU)

² ヨーロッパのみ

³ 特定の地理区のみ

湿地に依存する生物の分類群別世界的危機状況		
湿地に依存する生物分類群	世界的危機に瀕する種の割合(%)	深刻な危機(CR)の割合(%)
ヒカゲノカズラ・シダ類 ²	36	不明
淡水性維管束植物 ³	17	4
海藻・海草類	16	0
マングローブ	17	3
サンゴ類	33	1
非海生軟体動物 ³	37	10
カニ類	32	5
ザリガニ類	32	10
淡水性エビ類	28	4
トンボ類	8	1
魚類		
淡水魚類	29	5
サンゴ礁の魚類(ブダイ類とニザダイ類のみ)	2	0
両生類	35	9
爬虫類		
淡水性爬虫類	40	11
ウミガメ類	100	33
水鳥類	18	3
哺乳類	23	3
湿地に依存する大型動物(30kgを超える魚類、爬虫類、哺乳類)	62	27

淡水維管束植物

全体的なレッドリストの危機レベルは比較的低い(17%が世界的な危機に瀕する)が、そのレベルは、インドビルマ地域の2%からアフリカの24%、熱帯アンデスの33%までと地域によってかなり異なる。

海藻・海草

72種のうち、31%が減少し、増加しているのはわずか7%である。10種(16%)は絶滅の危険度が高く、そのうち3種が危機(EN)に分類されている(Shortほか2011)。

マングローブ

評価を行った66種のうち、11種(17%)が世界的危機に瀕している(Polidoroほか2010)。特に懸念される地域は、中央アメリカの大西洋沿岸と太平洋沿岸で、40%近くの種が絶滅の危機に瀕している。

サンゴ類

評価を行った704種のうち、33%が世界的な危機に瀕している(Carpenterほか2008)。地域としては、カリブ海諸島とコーラル・トライアングル(西太平洋)で、絶滅の危険度が高いサンゴ類の割合が最も大きい。1996年から2008年の間に、世界的危機レベルは-17.8%の悪化を示した(バードライフ・インターナショナル2015)。

非海生軟体動物

世界的危機レベルは37%と高く、中でもヨーロッパは59%とかなり高く、続いて地中海地方東部45%、アフリカ41%、熱帯アンデス38%である。(Cuttelodほか2011)。

カニ類

32%が世界的な危機に瀕しており、うち5%が深刻な危機(CR)に分類されている(Collenほか2014)。危機レベルはアフリカとインドビルマ地域が高い。

淡水ザリガニ類

32%が世界的な危機に瀕しており、うち10%が深刻な危機(CR)に分類されている(Richmanほか2015)。

淡水エビ類

479種のうち28%が世界的な危機に瀕しており、うち4%が深刻な危機(CR)に分類されている。危機レベルが高いのは新北區(わずかな種数のうち46%が世界的な危機に瀕している)、旧北区(32%)、東洋区(30%)である(De Graveほか2015)。地域としてはヨーロッパ(41%)と北アメリカ(40%)のエビ類の危機レベルが高い(表2.4)。

トンボ類

昆虫グループでは、トンボ類のみが地球全体の状況の評価が行われた(Clausnitzerほか2009)。

危機に瀕しているのは8%だけで、湿地に依存する他の分類群に比べると危機レベルは低い。地域ごとに評価が行われた1968種についても、平均的な危機レベルは8%と低く、そのうちの1.5%が深刻な危機(CR)に分類されている。

淡水魚類

評価が行われた8389種のうち、29%が世界的な危機に瀕しており、うち5%が深刻な危機(CR)に分類されている。危機レベルが特に高いのはアラビア半島(50%)、ニュージーランド(49%)、マダガスカル(43%)、地中海地方東部(41%)、ヨーロッパ(40%)である。

ニザダイ類とブダイ類の魚類

サンゴ礁に生息するこれら160種のほとんどは、広範囲に分布し、低懸念(LC)に分類されている。世界的な危機に瀕しているのは、わずか3種(2%)である(Comeros-Raynalほか2012)。

両生類

湿地に依存する両生類は、評価が行われた淡水生物分類群の中で、世界的危機レベルが最も高く、特にカエルツボカビ病のために35%が世界的な危機に瀕しており、うち9%が深刻な危機(CR)に分類されている(Stuartほか2004; レッドリスト・データベース2017)。危機レベルが高いのは、ニュージーランド(75%)、マダガスカル(49%)、インド(41%)、地中海地方東部(33%)である。河川に依存する両生類は、静水に依存するものより、世界的危機の度合いが高い(Stuartほか2004)。1980年から2004年の間に、世界の状況は-4.3%の悪化を示した(バードライフ・インターナショナル2015)。

爬虫類

きわめて危機の度合いの高い分類群のひとつで、40%の種が世界的な危機に瀕しており、11%が深刻な危機(CR)に分類されている(Collenほか2014)。7種のウミガメのうち、評価が行われた6種すべてが、世界的な危機に瀕している。そのうち2種(オサガメ、ヒメウミガメ)が危急(VU)、2種(アカウミガメ、アオウミガメ)が危機(EN)、2種(タイマイ、ケンブリムウミガメ)が深刻な危機(CR)にそれぞれ分類されている(IUCN-SSCウミガメ専門家グループ)。7種のうち6種で、個体数が増加している個体群もあることが最近の評価で示されたが、西太平洋では依然として減少傾向が続いている(Mazarisほか2017)。

水鳥

種レベルでの世界的危機レベルは比較的低いが、それでも18%が世界的な危機に瀕しており、うち3%が深刻な危機(CR)に分類されている(IUCN レッドリスト・データベース)。1988年から2016



© Alqesimi Badder

年の間に、世界全体の危機状況は-1.5%の悪化を示した(バードライフ・インターナショナル 2018)。1970年代、水鳥の生物地理学的個体群の状況は、世界中どこでも芳しくなく、徐々に悪化していた。1976年から2005年の間に、全体の状況はわずかに向上したが、個体群の47%は、依然として減少またはすでに絶滅している(ウェットランド・インターナショナル 2010)。

- 増加個体群が減少個体群より多いのは、フラミンゴ類、ミヤコドリ類、セイタカシギ類、ソリハシセイタカシギ類、ペリカン類、カモメ類、アジサシ類、ハサミアジサシ類のみである；
- その他13グループの水鳥はいずれも状況が悪化しており、特にクイナ類、イソシギ類、レンカク類、タマシギ類、コウノトリ類の状況が悪い；
- 地中海地方、北ヨーロッパ、中央ヨーロッパ、コーカサスで、毎年推計180万羽の水鳥や海鳥が違法に殺されている。

長距離を移動する渡り性水鳥の状況も依然としてよくない。いくつかのフライウェイ(渡りの経路)では、2000年代に状況が改善されたが、その他の経路では悪化が続いている(ウェットランド・インターナショナル 2010; Davidson 2017)：

- アフリカ-ユーラシア・フライウェイの状況は、1960年代以降悪化の一途をたどり、特に東ヨーロッパ、西アジア、東アフリカを通るフライウェイの状況がよくない；

- アジア-太平洋フライウェイの状況も悪いが、1970年代以降改善してきた；
 - アメリカ両大陸のフライウェイの状況は比較的良好、近年はさらに改善されている。
- 留鳥の水鳥と短距離の渡りをする水鳥の現状と変化の傾向も、地域によって異なる；

- 南アメリカ、サハラ砂漠以南のアフリカ、アジア、オセアニアの4地域に依存する個体群の状況は依然として悪く、中でもアジアの状況が最悪で、オセアニアでは最近改善が見られる；
- 北アメリカとヨーロッパの留鳥個体群の状況は比較的良好、1990年代初めから改善してきている。

哺乳類

内陸湿地に依存する哺乳類の23%が世界的な危機に瀕しており、うち3%は深刻な危機(CR)に分類されている(Collenほか 2014)。1996年から2006年の間に地球全体の状況は-1.9%の悪化を示した(バードライフ・インターナショナル 2015)。

淡水大型動物

湿地に依存する体重30kgを超える魚類、爬虫類、哺乳類は、特に深刻な絶滅の危機に瀕している。そのうち評価が行われた107種では、62%が世界的な危機に瀕していて、うち27%が深刻な危機(CR)に分類されている(Carrizoほか 2017)。南アジアと東南アジアは特に危機に瀕する淡水大型動物の割合が大きい。

水質はおおむね悪化傾向である

水質は人間の健康や幸福にとって主要な関心事であるが(Horwitzほか 2012)、その状況はおおむね悪化している。水質の悪化は湿地を劣化させるが、一方で湿地は、その生態系調整サービスを通して水質を改善する(Russiほか 2013)。悪化の主な要因には、未処理排水、工業廃水、農業排水、浸食、堆積物の変化がある(「3. 変化の要因」参照) 1990年代以降、ラテンアメリカ、アフリカおよびアジアのほとんどすべての川で、水質汚濁が進行した(WWAP 2017)。気候変動、経済発展、農業の拡大と集約化が続けば悪化は加速すると予想され、人間の健康や湿地、持続可能な開発は、ますます脅かされるだろう(図2.11、Veolia & IFPRI 2015)。

産業や自治体の排水処理は、一般に国の所得を反映する。処理される排水の平均割合は、高所得国が70%、上位中所得国は38%、下位中所得国は28%、低所得国はわずか8%である(Satoほか 2013)。世界全体では80%を超える排水が適切な処理なしに湿地に流されている(WWAP 2012、UN-Water 2015)。

毎年約250~400億トンの表土が浸食のため流出し、その大半が農地からの流出である。この浸食により、2300万~4200万トンの窒素と、1500万~2600万トンのリンが運ばれる(FAO・ITPS 2015)。湿地への栄養素の流入と湿地の富栄養化は、世界中で今なお、最大の水質に関する課題となっている(図2.12)。北アメリカの五大湖では、農業や家庭の芝生などの分散型汚染源からの増加により、エリー湖が再び富栄養化している(Michalakほか 2013; Scaviaほか 2014)。ヨーロッパでは、富栄養化がEU加盟国17か国の水域の30%に影響しており(欧州委員会 2012)、特に分散型汚染源の影響が大きい。地下水検査ステーションの約15%で、世界保健機構の飲料水基準を上回る硝酸塩が検出された(欧州委員会 2013)。2050年までに、世界人口の5分の1が富栄養化のリスクに直面し、3分の1が過剰の窒素とリンを含む水にさらされると推定される(WWAP 2017)。

過剰な土砂堆積は、水域の生物多様性を損ねる(例: Jonesほか 2012; Kempほか 2011)。一方、逆にダムに土砂が堆積すると、海岸やデルタに供給される土砂量が減少し、地盤沈下や湿地の

消失を招く。ミシシッピ・デルタでは、ダム建設が一因となって湿地が失われ、それにとまって暴風雨や洪水に対する湿地の防災機能も失われたため、2005年のハリケーン・カトリーナ襲撃の際には、被害が著しく増大した(Batkerほか 2010)。

地球全体の水質検査プログラムの初期の調査結果から、深刻な病原菌汚染が明らかになり(図2.13)、その範囲はすでに、ラテンアメリカ、アフリカおよびアジアのすべての川の流域の3分の1に及んでいた(UNEP 2016)。公衆衛生の普及の若干の改善(WHO/UNICEF 2015)にもかかわらず、これらの地域では概して糞便性大腸菌の流入量が20年間に渡って増加している。湿地の微生物汚染は深刻な健康リスクであり(Santo Domingoほか 2007)、コレラやジアルジア症などの疾病の原因となる(Horwitzほか 2012)。

塩分濃度も、水質の重要な決定要因である。塩分の影響を受けた土壌で植生を一扫して灌漑を行うと、土壌表面に灌漑水が浸透する際に塩分が浸出し、地下水の塩分濃度が上昇する(OECD 2012a)。地下水面の上昇も土壌と湿地の塩分濃度を上昇させる。沿岸部では、地下水の汲みすぎと海面上昇が、塩分浸透を引き起こす(OECD 2015a、Wernerほか 2013)。塩分濃度が上昇した地下水と土壌を元に戻すことは、ほぼ不可能である(Bennettほか 2009)。

火力発電所からの硫黄酸化物を抑制した結果、OECD加盟国での酸性雨の発生と影響が減少した(OECD 2017)。しかしながら、化石燃料由来の窒素酸化物と農業由来のアンモニアは、依然として湿地に酸性雨を降らせ、結果として富栄養化を引き起こしている。酸性鉱山廃水による汚染は、多くの国々で大きな問題になっており(Simate & Ndlovu 2014)、鉱業はまた可溶性重金属汚染の大きな原因となる。

湿地の熱汚染はたいいてい発電所や工場と関係がある。熱汚染は酸素を減少させ、食物連鎖を変化させ、生物多様性を減少させ、高温で繁殖する生物種の侵入を促進する(Chuangほか 2009; Teixeiraほか 2009)。地球全体の熱汚染の範囲と影響に関する研究はあまり進んでいない(OECD 2017)。

さまざまな汚染物質が 水質に影響を与えている

プラスチックごみはますます増加し、長距離を運ばれ分散している。世界中の海洋には少なくとも5兆2500億個、重量にして26万トン以上のプラスチック粒子が漂っている(Eriksenほか2014)。プラスチックごみは何世紀にも渡って存在し続ける(Derraik 2002)。プラスチック粒子は食物連鎖を分断し、動物に害を与え、残留性の有機汚染物質を放出する。これまでに報告された生物と海洋ごみとの間で起きた事故の約88%が、プラスチックに関係している(GEF 2012)。地中海では、18%の遠洋性大型捕食魚の胃からプラスチックが見つかっており(Romeoほか2015)、五大湖(Eriksenほか2013)や山奥の湿地(Freeほか2014)など多くの内陸水系でも、マイクロプラスチック汚染が増えている。

農業の集約化は世界中で化学物質の使用を増加させ、その量は年間およそ200万トンに及んでいる(Deほか2014)。多くの化学物質は水に溶け込み(Flury 1996)、世界中で問題になっている(Arias-Estévezほか2008; Bundschuhほか2012; EEA 2014; Luoほか2009)。その影響、たとえば土壌生物などへの影響は、ほとんど定量化されていない(Bünemannほか2006)。OECD加盟国の半分近くで、農業地帯の地表水と地下水の農薬濃度が、国の推奨基準を超えている(OECD 2012b)。

医薬品、ホルモン、工業用化学物質、パーソナルケア製品やその他多数の新たな心配の種となる汚染物質は常に進化していて、想定されるより高い濃度で検出されることが多い(Sauvé & Desrosiers 2014)。

図2.11
主要河川流域の水質危機指数:基礎期間(2000～2005年)と2050年との比較。CSIRO(オーストラリア連邦科学産業研究機構)のメディアム・シナリオ予測によると、2050年までに3人に1人が窒素およびリンによる高リスクの汚染にさらされ(それぞれ26億人、29億人に増加)、5人に1人(16億人)が生物化学的酸素要求量(BOD)上昇による高リスクの水質汚染にさらされるという。出典:Veolia & IFPRI 2015

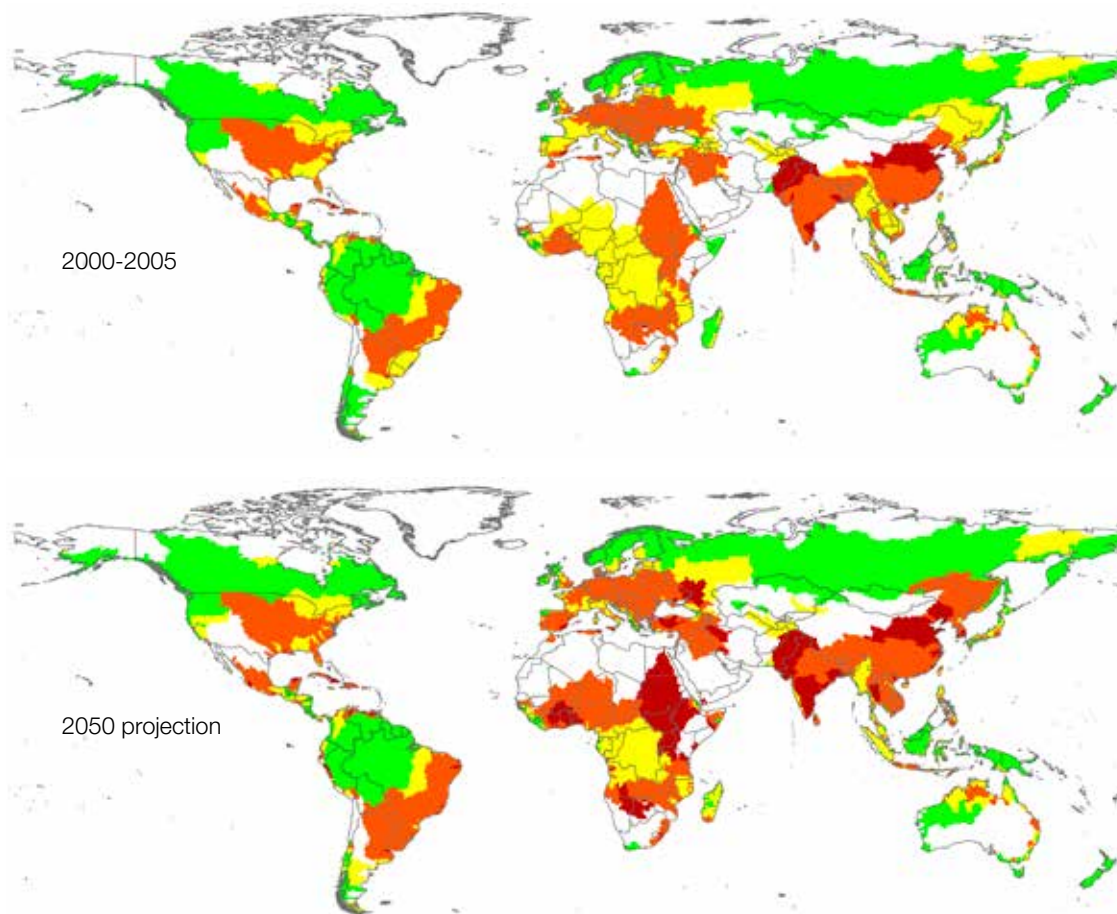


図2.12

世界25大湖の集水域における、人間活動の影響を受けたと考えられる、2008~2010年の年平均リン蓄積量。色分けは、人間活動由来の蓄積量が50%を超えるもの(黄色)さらに90%を超えるもの(赤)50%未満のもの(青)を示す。UNDP (2016) より

年間総リン蓄積量:人間活動由来の蓄積が総蓄積量の

- $\geq 50\%$
- $>50\% \sim \leq 90\%$
- $>90\%$

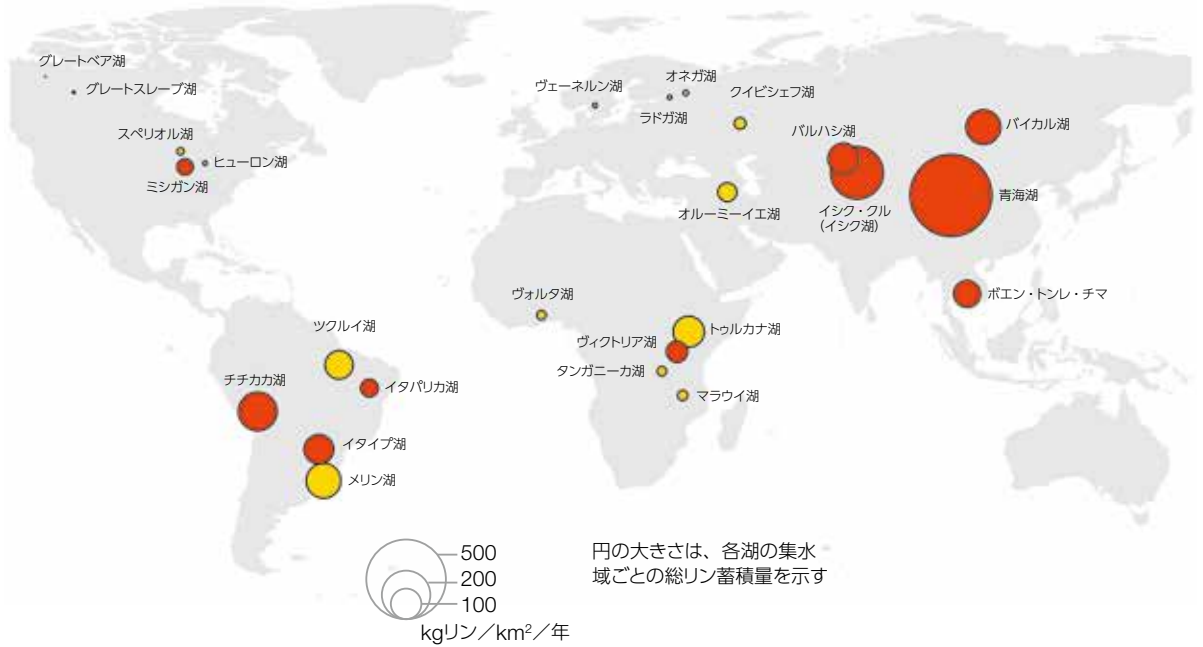
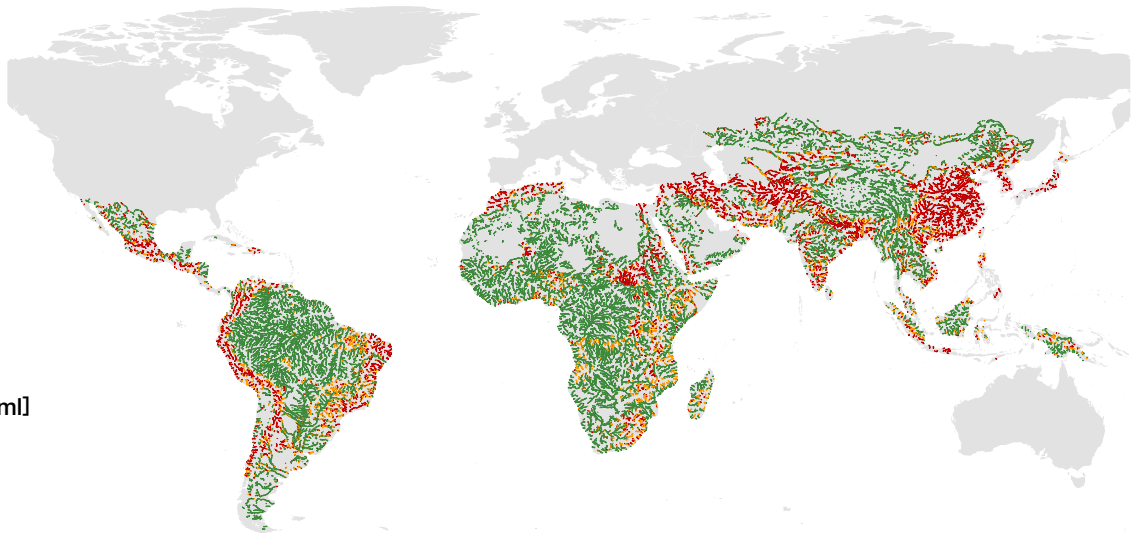


図2.13

アフリカ、アジア、ラテンアメリカの河川水に含まれる糞便性大腸菌推定濃度(2008年2月~2010年)。出典: UNDP (2016) ©CESR, University of Kassel, April 2016, WaterGAP3.1

2008年2月~2010年
糞便性大腸菌 [cfu/100ml]

- 算出なし
- 低度汚染 (=200)
(直接接触可能)
- 中度汚染 (200<x<1000)
(灌漑用水として利用可能)
- 深刻な汚染 (>1000)
(閾値を超える)



湿地は地球の水循環 (水文学プロセス)を維持する

生態系プロセスは、湿地の力学(ダイナミクス)と生態学的機能を担う物理的、化学的、生物学的相互作用で、多くの生態系サービスも支えている。ここで紹介する主なプロセスは、水文学プロセス、生物地球化学プロセス、炭素の隔離と貯蓄、基礎生産力、エネルギーの流れに分類できる。

湿地は、経時的に水を受け止め、貯え、放出し、水の流れを制御し、生命を支える水を供給することで、水循環における重要な役目を果たす。水文学環境とは、湿地に出入りする水の流れの水位、量、タイミング、頻度の特徴をいう。水文学環境は湿地の構造と機能を決定づけ、生物多様性と基礎生産に影響し、洪水の軽減や水質改善などの生態系サービスを生み出す。水域管理と海面上昇は、たとえば塩分濃度と水位が上昇しているメコンデルタなど、多くの地域で水環境を変化させ、湿地の構造と機能の変化をもたらしている。

水循環を変化させると、湿地のプロセスが影響を受け、水量が増減したり、一時的あるいは季節的な湿地がほとんど恒久的な湿地になったり、季節的な水の流れが変わったりする。地表水の変化や季節的な水の流れの変化は、コロラド川、長江、マレー・ダーリング川、ナイル川など、多くの川の流域で起きている(Gupta 2007)。地下水の過剰採取により、アメリカ合衆国の一部(Froend ほか 2016)、華北平原、北西サハラ帯水層システム、南アメリカのグアラニ帯水層、さらには北西インドや中東の地

下帯水層などで、湿地に供給される水が枯渇している(Famiglietti 2014)。水位の自然な変化を減少させる水域管理は、(例えば、モザイク状に入り組んだ湿地帯に水路を通して整理するなどして)生息地の多様性も減少させ、(例えば、植物の種子の発芽を抑えるなどして)生物種の数も減少させる(Voldseth ほか 2007; Blann ほか 2009)。

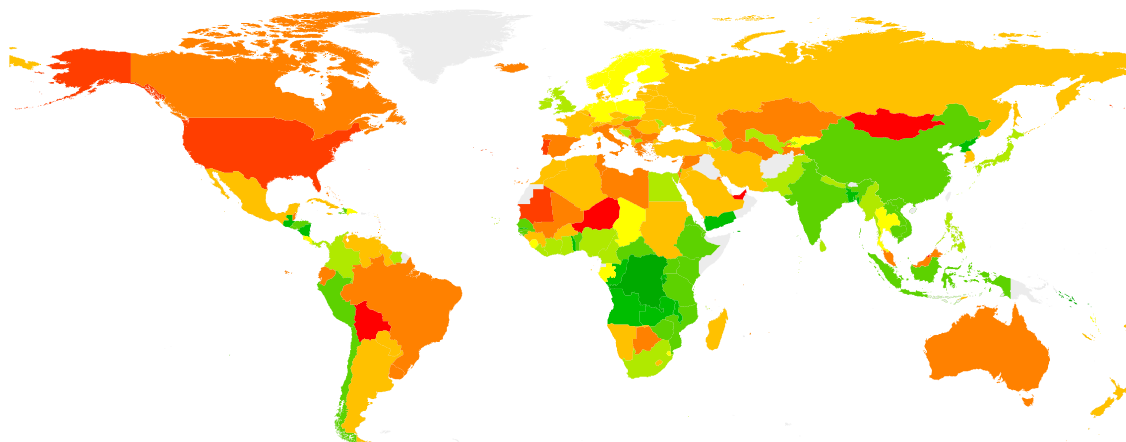
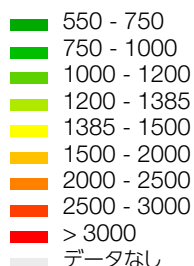
水文学プロセスの変化の傾向は、増大する人間の需要や気候変動による降雨と蒸発散の変化に影響され、いずれの場合も利用可能な水をめぐる競争を生み出している(Hipseý & Arheimer 2013)。淡水の供給は、人口の増加によって消費と汚染の増大する圧力にさらされてきた(Postel 2000)。水利用は、地域のウォーターフットプリントの総量で表すことができ(図2.14)、水域管理に役立つ情報となる。これは、ブルーウォーター(灌漑、工業用、家庭用に利用される地表水と地下水)、グリーンウォーター(土壌中に貯えられた雨水のうち、作物に利用されたり、蒸散によって失われたりする水)、グレーウォーター(汚染物質を同化・吸収して特定の水質に戻すのに必要な淡水の量)を計算し、水供給への圧力の累計を算出するものである。1996年から2013年の間に、地球のウォーターフットプリントは増加し、このうち92%は農業によるもので(Mekonnen & Hoekstra 2011)、水文学プロセスの重大な崩壊を招いている。

図2.14

世界のウォーターフットプリント、[National Water Footprint Accounts(国別ウォーターフットプリント調査報告)]より。グリーンウォーター、ブルーウォーター、グレーウォーターの合計(Mekonnen & Hoekstra 2011より)。

ウォーターフットプリントの総計

[m³/年/国]



複雑な生物地球化学プロセスが 機能的な湿地生態系を維持する

湿地は、その水文学的特徴や土壌の特徴により、一連の独特な生物地球化学プロセスを支える。水分を含んだ湿地の土壌は、栄養素やその他の成分を貯え、変化させ、排出する。栄養素の取り込みと保持につながる生態系プロセスには、植物による取り込みと植物組織内での保持、微生物による(特に炭素、窒素、硫黄に関する)プロセス、土砂の堆積による物理的プロセスなどがある。生物地球化学プロセスの多くは、特に農業排水や都市排水に含まれる栄養素の除去などの水質改善のような生態系サービスの基礎を成している。

窒素は生長に欠かせない栄養素だが(Vitousek ほか 1997)、過剰な場合は、農地や都市から流れ出して、地表水や地下水を汚染する(Paerl ほか 2016; Rabalais ほか 2002)。水をたっぷり含んだ土壌では、微生物によって硝酸性窒素が窒素ガスに変化し、脱窒素作用(脱窒)を通して大気中に放出される(Groffman ほか 2009)。これにより、流入硝酸塩の90%を除去できる(Zedler & Kercher 2005)。脱窒の速度は、利用できる有機物と土壌硝酸塩の量に密接に相関する。両方ともたいの湿地にふんだんにある成分なので、湿地は脱窒のホットスポットになる(Groffman ほか 2012)。農業排水にともなう流入硝酸塩の増加は、脱窒速度の上昇につながる(Zedler & Kercher 2005)。一方で窒素は、大気プロセスを通じて湿地に取り込まれることもある。

リンも重要な栄養素で、自然のレベルではしばしば、植物の成長を左右する。多くの形態のリンは不溶性なので、リンの大半は土砂に付着して運ばれる。農業の集約化により、鉱物のリン肥料の使用が増加し、それが湿地へ入り込んでいる(Ockenden ほか 2017)。その一部は、底に沈んで土壌に吸収されたり(Kadlec 2008)、植物の生長を刺激し(Marton ほか 2015)富栄養化を引き起こしている。気候変動の影響で、湿地に入り込むリンの量は、2050年までに30%増加すると予想されている(Ockenden ほか 2017)。

栄養素は、有機物として、あるいはその他いろいろな形態で湿地の外に運び出される。植物による栄養素の取り込みと一時的な貯蔵は、流水域の栄養素の動きを分離させる効果を持つ。例えば、温帯地域ではリンは春と夏に植物に取り込まれ、秋に植物が死んで土に戻ると放出される。これにより、重要な生長の季節に富栄養化が抑えられ、水質が改善される(Mitsch & Gosselink 2015)。

湿地は世界最大の炭素吸収源だが、メタンも放出する

地球上の土壌炭素の大半は湿地に貯えられている。炭素の隔離と貯蓄は基礎生産（光合成のために二酸化炭素を取り込み、有機物を生産する）と呼呼吸（または分解；有機物から二酸化炭素やメタンを発生させる）のバランスにより成り立つ（Joostenほか2016）。湿地状態は分解を遅らせ、分解が植物の生産性を下回ると炭素が蓄積する（Moomawほか2018）。気候変動により気温と降雨パターンが変化すると、これらのプロセスのバランスが崩れ、湿地が炭素供給源になる。泥炭地は強力な炭素吸収源で、どの生態系よりも多量かつ長期に渡って炭素を保持している。泥炭は一年に0.5～1.0mmの速度で、何千年もかけて堆積していくので（Parishほか2008）、泥炭地は、600PgC（ペタグラムカーボン）以上を貯える地球最大級の炭素貯蔵庫となる（Gorham 1991）。これは大気中に貯えられている炭素の4分の3近くに相当し（Moomawほか2018）、湿地は陸地面積のわずか3%しか占めていないにもかかわらず、世界の森林より2倍も多く炭素を貯えている（Joostenほか2016）。

塩性湿地、マングローブ、海藻や海草の藻場などの沿岸湿地と海洋湿地も、重要な炭素吸収・貯蔵場所である。マングローブ林は、地球上で最も「炭素濃度の高い」生態系の一つである（Ewers Lewisほか2018）。この「ブルー・カーボン」は、高度な基礎生産と堆積物の沈殿によって蓄積し、おそらく何千年にも渡る長期の炭素の蓄積を可能にする

（McLeodほか2011）。河口デルタでは、このプロセスによって、湿地は海面水位の上昇に追いついていくことができるかもしれない。土砂の流入が妨げられると、堆積土砂の枯渇とデルタ湿地の地盤沈下が起きる可能性がある（Giosanほか2014）。沿岸域での人為的攪乱の増加は、湿地の土壌炭素の減少につながっている（Macreadieほか2017）。

しかし、炭素貯蔵による淡水湿地の気候変動の緩和効果は、強力な温室効果ガスであるメタンの放出で、一部相殺される。炭素サイクルの一部として湿地は温室効果ガスの二酸化炭素とメタンを放出し、後者（メタン）はメタノーゲンとして知られるメタンを生成する細菌によって作り出される。湿地は、地球上で発生するメタンの20～25%に相当する年間推計100Tg（テラグラム）のメタンを生成する（Keddy 2010）。湿地によって発生量は大きく異なり、汽水湿地から塩性湿地にかけては、硫酸塩レベルが高いのでメタンの生成が抑えられ発生量は少なめだが（Poffenbargerほか2011）、淡水湿地では多めである。

気候変動によって気温が上がると、湿地から発生する温室効果ガスが増えると考えられ、特に永久凍土地域では温暖化によって永久凍土が解け、土壌中に供給される酸素と水の量が増える。それに続く微生物の働きにより、大量の二酸化炭素とメタンの両方、またはどちらか一方が発生し、大気中に放出される（Moomawほか2018）。



© Ramsar Convention

湿地は生物学的生産性が最も高い生態系のひとつである

基礎生産は植物の生長(植物や藻の光合成によって固定される炭素)を測る目安であり、すべての動物のエネルギー源である。基礎生産はまた、多くの湿地の生態系サービスの基礎であり、高い生産性は多くの人間社会を支えている(Bullock & Acreman 2003)。基礎生産性は、湿地タイプ、そこに生育する植物の種類、気候、土壌、栄養素利用性、水文学的状况によって異なる(表2.6; Bedfordほか 1999; Ehrenfeld 2003)。基礎生産性が高いと、そこに生息する動物の多様性も高くなる傾向がある(Keddyほか 2009)、例えば生産性の高いパンタナル(ブラジル、ボリビア、パラグアイ)には、260種の魚類、650種の鳥類と数多くの大型動物が生息している(Zedler & Kercher 2005)。

基礎生産の変化の傾向は、水質の変化の傾向に強く影響され、例えば農業排水の影響による栄養素の流入が特に挙げられる。湿地の栄養素が豊富になると、ガマ属、場所によってはヨシ属などの、生長の速い攻撃的な種がはびこりやすくなる(Keenan

& Lowe 2001)。生産性の高い植物種が優占すると、例えば、一般に生物多様性が減少する代わりに、有機物と湿地の土壌炭素蓄積が増加するなど、他の湿地機能とのトレードオフが起きる(Craft & Richardson 1993)。フロリダのエバーグレイズでは、リンの流入が続いたため、在来植物群落の代わりにガマ属の植物がはびこり、基礎生産が増加した(Noeほか 2001)。大気中の二酸化炭素濃度が高いと植物の生育が刺激されるが、その効果は生物種や湿地タイプによって異なる(Ericksonほか 2013)。

最後に、湿地は有機体炭素の重要な供給源で、下流部の食物網を支える落ち葉屑や溶存有機体炭素を湿地の外へ供給する(Elderほか 2000)。有機体炭素は、光を弱め、有害な紫外線B放射を吸収するという点でも重要で、(Williamsonほか 1999) DNA 損傷などの影響から両生類や魚卵を守っている(Haderほか 2007)。

表2.6

さまざまな湿地生態系の基礎生産量(有機物蓄積量)(Cronk & Fennessy 2001)。泥炭地のデータには、地上と地下(根)、両方の生産量が含まれる。

湿地タイプ	純基礎生産量 乾燥重量(g)/m ² /年
塩性湿地	130 – 3700
潮汐淡水湿地	780 – 2300
淡水湿地	900 – 5500
マングローブ	1270 – 5400
森林性北方泥炭地	260 – 2000
樹林のない北方泥炭地	100 – 2000

湿地は生態系サービスの提供において きわめて重要な役割を果たす

生態系サービスは、ラムサール条約の生態学的特徴の概念化やラムサール条約湿地の価値の中核的要素である(Sharmaほか2015; Wangほか2015)。湿地は生態系サービスの提供において、他の生態系よりも大きな役割を果たしている(Costanzaほか2014; Russiほか2013)。ラムサール条約戦略計画は、エネルギー、鉱業、都市開発、観光業などの分野の戦略に湿地の恩恵を含めるよう求めており、このような恩恵に対する認識の主流化を推進している。

価値は、金銭的価値から美的価値、精神的価値や信仰的価値、そして量的にも質的にも、さまざまな方法で表現できる。質的な表現には、核心的信条(例:生物種の生存権)、重要性の付与(例:災害リスク軽減)または嗜好(例:観光業を支える)などがある。その際、多様な視点を考慮に入れる必要がある。

ラムサール条約戦略計画の指標のひとつは、ラムサール条約湿地の生態系サービスを評価するよう求めている。2018年の国別報告書のデータによれば、

報告国の24%がそのような評価を行い、いくつかの進展があったことが示された。Box 2.5はその一例である。

表2.7は、生態系サービスに関して入手できた評価結果とミレニアム生態系評価(2005年)に基づく、湿地の生態系サービスの質に関する分析である。内陸湿地では、食料、淡水、繊維、燃料の重要性が明白である。調整サービスは特に、気候、水文学的状況、汚染防止、無毒化、自然災害において重要である。大小の河川や湖では、精神的、靈感(インスピレーション)的、レクリエーション的、教育的サービスが重要である。調整サービスは、生物多様性、土壌形成、栄養循環への貢献によって実証されている。一方、沿岸湿地と海洋湿地では、異なるパターンが見られる。ここでは食料が主要な供給サービスで、気候の調整も重要である。干潟、塩性湿地、マングローブは汚染防止や無毒化に役立ち、サンゴ礁と並んで、自然災害を抑える。

Box 2.5

イシュクルの生態系サービス

チュニジアのイシュクル国立公園は1万2600ヘクタールの湖と湿地に広がるラムサール条約湿地である。分水工事とダム建設により、1990年代に深刻な危機に陥ったが、新たな管理戦略と雨の多い年が続いたおかげで生態系の崩壊は免れた。この国立公園は、生息する水鳥たちにとって重要な場所であるとともに、地元や地域の人々にさまざまな生態系サービスを提供している。その量は、2015年の推計で年間約320万米ドル、または1ヘクタール当たり254米ドルに相当し、そのうち73%が調整サービスによるもので、供給サービスは18%、文化的サービスは9%だった。洪水防止(34%)、地下水

の補充(23%)、堆積土砂の保持(12%)はきわめて高い価値を持ち、家畜の放牧(10%)、レクリエーションと観光(9%)、漁業(7%)がそれに続いている。これらのサービスの価値は、管理経費のおよそ10倍にのぼる。そのうち地元住民の取り分は比較的少ない(11%)が、各世帯が受け取る価値は無視できない額で、公園内に居住する世帯では年平均約1600米ドルになった。これらの数字は、湿地維持のためにダムの水を放流するか否かを議論する際や、地元コミュニティに公園の価値を伝える際に利用される。

Daly-Hassen (2017)による

湿地の生態系サービス

表2.7
湿地の生態系サービス一覧

各種湿地生態系から得られる生態系サービスの相対的重要性(専門家の見解と、ミレニアム生態系評価2005に基づく)。情報(重要性の判定)は世界平均を表す。地域や地区によって重要性は異なり、新たな重要性が認識されたり、適切な情報が入手できなかったりした場合、別のサービスが追加される可能性もある。

H 高
M 中
L 低
? 不明
na 適用不可

湿地タイプ/ サービス	内陸湿地					沿岸/海洋湿地							人工湿地					
	河川	湖	泥炭地	湿原	地下	塩性湿地	マングローブ	海藻・海草	サンゴ礁	貝殻礁	礁湖・潟湖	コンブ	貯水池	水田	湿潤な草地	廃水用ため池	塩田	水産養殖池
供給サービス																		
食料	H	H	H	H	na	H	H	M	M	M	M	L	M	H	H	L	H	H
淡水	H	H	L	M	H	L	na	na	na	na	L	na	M	na	na	L	na	na
繊維・燃料	M	M	H	H	na	L	H	na	na	na	M	na	L	na	na	L	na	L
生化学的産物	L	?	?	L	?	L	L	?	L	?	?	L	?	na	?	?	L	?
遺伝学的材料	L	L	?	?	?	L	L	?	L	?	?	?	L	L	?	?	L	L
調整サービス																		
気候	L	H	H	H	L	H	H	H	M	L	L	na	M	L	L	na	L	na
水文学的	H	H	M	M	L	M	H	na	na	na	M	na	H	M	L	na	na	na
汚染防止	H	M	M	H	M	H	H	L	L	na	M	?	L	L	L	na	na	na
浸食防止	M	M	M	M	H	M	H	L	M	M	L	L	L	M	M	na	M	na
自然災害	M	H	M	H	na	H	H	M	H	M	M	L	L	L	L	na	M	na
文化的サービス																		
精神的・靈感(インスピレーション)的	M	H	M	M	L	?	L	?	H	na	M	na	M	L	L	na	M	na
レクリエーション的	H	H	L	M	L	?	?	?	H	na	M	na	H	L	L	na	L	na
美的	M	M	L	M	L	M	M	na	H	na	M	na	H	M	M	na	M	na
教育的	H	H	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	M	L
基盤サービス																		
生物多様性	H	H	H	H	H	M	M	L	H	M	M	L	M	M	M	L	M	L
土壌の形成	H	L	H	H	na	M	M	na	na	na	na	na	L	M	L	L	L	na
栄養素の循環	H	L	H	H	L	M	M	L	M	na	M	L	L	M	L	H	L	L
花粉の媒介	L	L	L	L	na	L	M	M	na	na	?	?	L	L	M	L	L	na

湿地がもたらす さまざまな生態系サービス

水

家庭用、灌漑用、工業用の淡水の供給など、湿地はきわめて重要な役割を果たしている。川や帯水層から得られる再生可能な水資源量は地球全体で年間最大4万2000km³、そのうち年間3900km³が人間の利用のため取水される(FAO 2011)。取水される水の用途は、農業が70%、工業が19%、公営部門が11%である。地球上の灌漑農地面積は50年間で倍増した。ヨーロッパは水資源の6%を取水し(うち29%は農業用)、アジアは20%(うち80%は灌漑用)、中東・中央アジア・北アメリカは80~90%を灌漑用に利用している(FAO 2011)。地下水の需要は急速に増加していて、特に南アジアでは灌漑農業の40%が地下水のみ、あるいは地表水との併用で行われている(FAO 2011)。推計では、人間による取水量の約60%が、地域の水系に戻されており、残りが消費された分となる(FAO 2011)。国によって富の程度は大きく違っても、水サービスに対する影響はどの国もほぼ同じである(Doddsほか 2013)。

食料

湿地は実にさまざまな食料を提供している。内水面漁業は、大規模な企業形態の操業から自給自足的操業までさまざま、その漁獲量は世界全体で1950年の年間200万トンから2012年の1160万トン超まで増加し、小規模自給自足漁業も含めると、この数字はさらに大きくなると考えられる(FAO 2014)。バーレイほかの報告(2015年)によると、内水面漁業漁獲量の95%は開発途上国におけるもので、多くの場合重要な栄養源の役割を果たしているが、これは世界の総漁業生産量の6%でしかない。河口域や沿岸の漁業は、工業化にともない33%減少し、魚類の産卵・生息地(例えば、カキ礁、藻場、その他の湿地)は69%減少した(Barbierほか 2011; Wormほか 2006)。世界の水産養殖は、1950年の100万トン足らずから2008年の5250万トンまで増加し、世界全体の食用魚生産の45.7%を占めている。水田を利用した水産養殖も増加している(Edwards 2014)。水産養殖はアジア(特に中国)で最も普及しており、ヨーロッパとアフリカでも顕著だが、アメリカ両大陸では今でも比較的少なめである(FAO 2011)。湿地では、食用水生植物の栽培と収穫、野生の水鳥などの狩も行うことができる。

水の制御

湿地は水を貯え、放出し、交換するので、「自然を生かした洪水管理」(英国議会科学技術局 2011)などの政策に影響する。川道、氾濫原、連結した大きな湿地は、流水域において大きな水文学的役割を果たすが、多くの「地理的に孤立した」湿地の貯水能力も水流に影響し(Goldenほか 2016)、水文学的に重要な役割を果たしている(Martonほか 2015)。十分に機能している湿地は、災害リスクを減少させる。実際にアメリカ合衆国マサチューセッツ州のチャールズ川で3800ヘクタールの湿地を保全したところ、洪水の被害が推計年1700万ドル減少した例がある(Zedler & Kercher 2005)。反対に湿地の消失が洪水と暴風雨の被害を増大させることもある(Barbierほか 2011)。湿地の生態系サービスを維持するほうが、転用して他に利用するより経済的であるという評価が高まりつつある(Garcia-Morenoほか 2015)。

その他の自然災害

湿地はその他のタイプの自然災害の制御において、重要な役割を果たす。湿潤な湿地環境は、土壌の塩分濃度上昇や野火の拡大などを引き起こす自然や人的圧力に対し、ブレイキの働きをする。しかしながら、極端な事象の影響を左右するさまざまな要素の関係は複雑で、多くの場合よく理解されていない(de Guenniほか 2005)。

気候の調整

湿地による炭素の貯蓄と隔離は、地球の気候調整において、重要な役割を果たしている。泥炭地と植物が繁茂する沿岸湿地は大きな炭素吸収源で、地球の森林の炭素固定量とほぼ同じ量を蓄えているが、淡水湿地は最大のメタン自然発生源でもある(Moomawほか 2018)。塩性湿地は毎年何百万トンもの炭素を固定するが(Barbierほか 2011)、その一方で熱帯の深いダムは相当なメタン発生源となり、水力発電について報告されている低炭素効果を相殺あるいは超過する(Limaほか 2008)。メタン放出量の25~30%は湿地の自然プロセスによるもので、生態系から発生する亜鉛化窒素の90%は、湿地が発生源である(Houseほか 2005)。湿地はまた、都市環境の中のヒート・アイランド現象を和ら



© Darlene Pearl Ofong

げなどの、微気候調整機能も持っている (Grant 2012)。

文化遺産

湿地やその他の生態系の自然景観は、しばしば地域のアイデンティティも含めた、文化的、精神的な重要性を具体的に表す。これらには、ヒマラヤの聖なる湖 (WWF 2009) のような自然の景観と、アジアやアフリカのおよそ1億世帯の主要収入源である水田のような人工の景観がある (Umadevi ほか 2012)。文化遺産には、オーストラリアの先住民の例のような、湿地資源の特徴、社会的意味、管理責任に関する伝統的な知識も含まれる (Department of the Environment 2016)。

レクリエーションと観光

天然の湿地も改変された湿地も、レクリエーションの機会と観光収益をもたらす。サンゴ礁でのスキューバダイビングは、サンゴ礁保護のための理論的根拠を提供するが、生態系を圧迫する可能性もある (Barker & Roberts 2004)。2002年のハワイのダイビング運業者約100社の収入は、年間5000～6000万米ドルであったと推計される (van Beukering & Cesar 2004)。フィリピンのポホールマリントライアングルでは、サンゴ礁ダイビングが年間1万500～4万5540米ドルの総収益を上げている (Samonte-Tan ほか 2007)。オーストラリアのグレートバリアリーフの観光収入は年間52億豪ドルを上回る (Goldberg ほか 2016)。最近のサンゴ白化現象により、観光業にかなりの損失が認められた (Barbier ほか 2011)。

湿地の生態系サービスの価値は、陸上のサービスを上回る

湿地の生態系サービスを評価すると(例: Branderほか 2006; Brouwerほか 1999; Ghermandiほか 2010)、その推計価値は、さまざまな特徴を持つ湿地ごとに、大きく異なることがわかった。De Grootほか(2012)は、458の価値推計に基づき、湿地の生態系サービスの平均的な総経済価値(TEV)を算出した(2007年国際ドル/ha/年)。それによると、外洋490、サンゴ礁35万、沿岸部(海浜を含む)2万9000、沿岸湿地(マングローブを含む)19万、内陸湿地2万5000、河川・湖沼4300であった。湿地の価値は陸上生態系の価値を大きく上回った。例えば、内陸湿地のTEVは、最も価値の

高い陸上生息地である熱帯林のTEVの5倍近くに上った。Costanzaほか(2014)は、1997年から2011年にかけて、湿地を含むさまざまなバイオーム(生物群系)の面積変化に伴う生態系サービスの減少について分析した。その推計によると、潮汐湿地とマングローブでの減少は7兆2000億米ドル、沼沢地と氾濫原での減少は2兆7000億米ドル、サンゴ礁での減少は11兆9000億米ドルだった。

特定の湿地の生態系サービスに関する研究は数多くあるが、変化の傾向を示すものはほとんどない。ニュージーランドは、20年間に渡る湿地の生態系サービスの変化の例を発表しており、重要性和並んで減

図2.15 ニュージーランドの水域生態系における、20年間の生態系サービスの変化(Dymondほか 2014を基に編集)

- 各サービスの提供における重要性
- 高
 - やや高い
 - やや低い
 - 低い
- 過去20年間の変化の傾向
- ↑ 向上
 - ↗ やや向上
 - ↔ 実質的变化なし
 - ↘ やや低下
 - ↓ 低下
 - +/- 場所によって向上または低下、あるいはその両方

生態系サービス	湿地	河口域	湖	河川	海洋
供給					
穀物					
家畜					
捕獲漁業	↘	↔	↔	↔	↔
水産養殖				↗	↗
食用野生動物植物	+/-	+/-	+/-	+/-	
木材					
繊維	↘				
バイオマス燃料					
熱エネルギー					
淡水	↔		↔	+/-	
遺伝学的資源	↘	↔	↔	↘	↔
生化学的資源、自然医薬用資源					
鉱物					↗
物理的居住空間の創出					
調整					
大気汚染防止					
気候安定化	↔	↔	↔	↔	↘
水環境の調整	↔			↘	
浸食防止					
水質浄化・排水処理	↘			↘	
疾病予防					
有害生物防除	↘	↔	↘	↘	↔
花粉の媒介					
自然災害の緩和					
文化的					
快適な環境の提供	↘	↘	↘	+/-	+/-
レクリエーション	↔	↔	↘	↔	↔
観光	↔	↔	↔	↔	↔
帰属意識		↔	↔	↔	↔
基盤					
土壌の形成と維持					
雑草や害獣のない自然生息地の形成	↘	↘	↔	↘	↘



© Sue Stolton

少傾向が示されている(図2.15)。現状ではこれ以外の湿地に関するデータがないため、湿地の面積が減ったり、湿地の状況が悪化したりすると生態系サービスも衰退する、と結論付けるのが妥当である。

これらの問題はグリーンほか(2015)が取り上げている。それによると、地球上のほとんどすべての淡水資源が、ある程度の影響を受け入れざるを得ない状況にあり、世界人口の82%が、上流からの淡水の供給に関して高レベルの脅威にさらされていると指

摘している。Ricaurteほか(2017)のコロンビア国内分析では、湿地や湿地の生態系サービスの脆弱性は、湿地タイプによって大きく異なり、特に脆弱性が高いのは氾濫原林、河畔湿地、淡水湖、河川であることがわかった。そして、湿地の生態系サービスが維持されるためには、湿地にとって有害な行為を確実に制限する土地利用政策が必要であると提言している。

Box 2.6

海藻や海草の再生のために栄養素汚染を減少させる

現代の湿地は、数多くの課題に直面している。しかし、湿地生態系は強い回復力も持っていて、十分な配慮がなされて圧力が軽減され、効果的な管理が行われれば、いくつかの問題の進行を止め、改善することも可能である。

アメリカ合衆国フロリダ州では、連邦法によって立ち上げられたタンパ湾河口プロジェクト(TBEP)によって、藻場を1950年代の面積まで復元することに成功した。このプロジェクトは、健康な藻場は、上流の土地利用によって生じる栄養素汚染が最も少ない海域に見られるという認識に基づくアプローチを採用している。この河口域では、窒素が最も有害な流入栄養素である。

連邦政府がタンパ湾に流入する窒素の制限を承認し

たことを受け、TBEPは、任意の官民特別パートナーシップ「タンパ湾窒素管理コンソーシアム(NMC)」を通して、流入窒素の公平・公正な割り当てを推進した。これによって、特定流入源と非特定流入源の両方からの窒素を減少させることができた。特定流入源である公共污水处理場、発電所、港、リン酸肥料加工施設などもコンソーシアムのメンバーである。NMCには地元政府も含まれていて、非特定流入源汚染の原因となる土地利用活動を規制した。さらに、雨季の肥料販売と施肥を禁止し、沿岸地域の開発を制限した。2015年までに、1995年に掲げた再生目標1万5400ヘクタールを上回る、1万6306ヘクタールの藻場がタンパ湾に形成された。

出典：Sherwood(2006)



3. 変化の要因

主たる変化の要因は、次の3つである：(1) 直接的な要因で、湿地における生物物理学的な変化をもたらすもの（土地利用の変化、汚染等）、(2) 間接的な要因で、直接的な要因をもたらす社会のプロセス、(3) 世界的な潮流で、複数の間接的な要因の背後に存在するもの。賢明な利用にむけた効果的な政策と管理のためには、湿地の消失と劣化の根本原因に対応できるように、湿地における変化の要因についての十分な理解が必要である。湿地の消失と劣化の傾向を防ぎ、食い止め、逆転させるためには、地元、国、地域レベルで効果的なガバナンスを行うことが重要な要素となる。

湿地の変化の要因は、直接的な場合も間接的な場合もある

ラムサール条約では、直接的な要因とは、地元レベルから地域レベルまでの生物物理学的な変化の自然あるいは人為的な原因を指す (Van Asselenほか 2013)。間接的な要因は、より幅広く拡散する影響を持ち、たいていの場合直接的な要因に影響を及ぼし、往々にして制度的、社会経済的、人口学的、文化的なプロセスに関連している。世界的な潮流の中には、湿地に影響を及ぼすものもある (図3.1)。

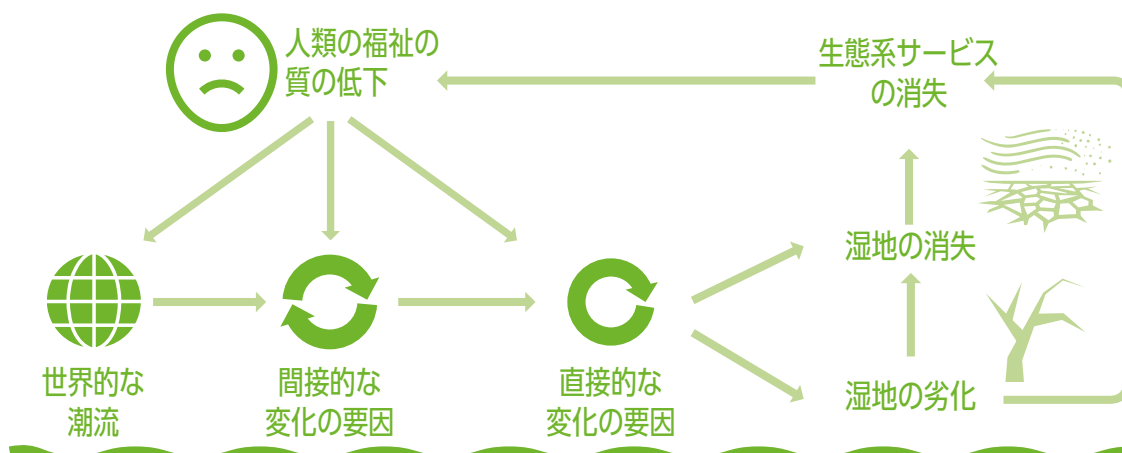
自然による変化の要因には、太陽熱の放射、天気の変化、地震、火山の噴火、伝染病や疾病のほか、自然の洪水の周期や生態系の遷移などの過程がある。人為的な要因には、土地利用の変化、気候変動、海面上昇、取水、生物種の導入または除去、資源の消費、外部からの投入 (例：肥料) などがある。気候の変化は自然による要因である一方で、人為的な気候変動は大気中の温室効果ガスの増加に関連している。気候変動は、世界的な潮流の一つでもある。

これらの要因は、マイナスの効果とプラスの効果の両面を持ちうる。ここでは、湿地の生態学的特徴にマイナスの効果をもたらす要因に焦点を当てる。これらは、生物多様性、生息地の質、生態系サービス、または文化的価値の低下 (「劣化」)、あるいは生息地の類型や物理化学的状況の変遷 (「消失」) をともなうことが多い。プラスの要因のほとんどは、変化の軽減に向けた人間の対応 (例：保全管理、侵略的外来種の駆除) である。

間接的な要因から湿地の消失と劣化がもたらされる経路は複雑であることから、理解が難しい。複数の要因の間の相互作用が、さまざまな規模で生じ (Craigほか 2017)、地域による差異につながりうる (Wardほか 2016)。例えば、気候変動は、生物物理学的な変化を生じ、気温や水位や冠水期間に影響することで、変化の直接的な要因になりうる (Rentonほか 2015)、外来種などのその他の要因とも結びつきうる (Oliver & Morecroft 2014)。気候変動は間接的な要因ともなりうる。例えば、気候変動を軽減するための努力として、バイオ燃料の生産や水力発電などがあるが、これらは湿地への負荷を増大しうる。

天然の湿地を転換することで、人工湿地が直接的または間接的に創り出される場合もある (Davidson 2014 および表2.3)。人工湿地のいくつかは、数百年にわたって発展し、景観の一部となっており、天然の湿地の生態系機能の多くを果たしている。しかし、天然の湿地において直接的な変化の要因となるものの多く (水供給の変化、植生の除去、または生物種や栄養塩類の導入) は、人工湿地の管理方法の一環である。人工湿地は重要ではあるが、大部分はここで取り扱うものの範囲外であり、別途評価が必要である。同様の理由から、湿地の再生は、劣化した湿地においてプラスの要因となりうるが (例：Sieversほか 2017)、ここでは取り上げない。

図3.1
湿地の消失・劣化と生態系サービスの消失との関係、ならびにこれらが直接的・間接的な変化の要因からいかにしてもたらされたかを示す、簡略化した概念図。(「ミレニアム生態系評価」(MEA 2005)、「生態系と生物多様性の経済学」(TEEB)、「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム」(IPBES)からの用語で表した、より詳細な概念的枠組みについては、Díazほか(2015)のなかのIPBES概念的枠組みを参照のこと)。



直接的な要因には 物理的状況の変化が含まれている

ミレニアム生態系評価 (MEA 2005) では、直接的な要因が湿地に及ぼす影響について分析している。ここでは、MEA 2005とその他の研究を用いて、ラムサール条約の湿地タイプに対する分析を最新のものにする。物理的状況、採取、導入、構造的変化という、4つのカテゴリーの要因について検討した。

物理的状況による要因は、流入量と頻度、土砂堆積量、塩分濃度、および温度に関連する要素で、その条件と変動のパターンは人間によって変えられる。長期的または永続的な取水、遮水、または分水は、内陸湿地における生態学的特徴を破壊する。アラル海とチャド湖は、その極端な例である。すべての湿地は、水が失われることで劣化する可能性が高く (Acreman ほか 2007)、一方で、沿岸湿地は海面上昇と淡水の取水の影響を受けやすい (White & Kaplan 2017)。

1990年代半ばまで、すべてのラムサール地域でダム建設が増加した。世界に292ある大河川系のうち (Nilsson ほか 2005)、依然として人工物のない自然な流れであるのはわずか120河川で、このうち25河川は進行中または計画中のダム建設により分断されるであろう (Zarfl ほか 2014)。近年、水力発電への関心が新たに高まっている。これは1つには、化石燃料からの二酸化炭素排出量を減らすためであるが、水力発電は、土地の開墾と貯水池からのメタン放出により、必ずしも炭素排出がない訳ではない (Mäkinen & Kahn 2010)。ダムはまた、水資源、生物多様性、および生態系サービスに有害

な影響を及ぼすこともある (Maavara ほか 2017、Winemiller ほか 2016)。

湿地への堆積物の流入は、利用の変化を拡大することがある。湖では、堆積物の流入が湖辺の生息環境を変えたり、埋めたり、濁度を高めたりすることで、湖の特徴が変わりうる。これは、ビクトリア湖においてカワズメ類の魚が減少した要因の1つと考えられている (Harrison & Stiassny 1999)。また、藻場、コンブの群生 (Steneck ほか 2002)、マングローブ林およびサンゴ礁 (Fabricius 2005) を損傷することで、沿岸生態系を劣化させる (Hanley ほか 2014)。堆積物によって貯水池の寿命が縮まり、水力発電計画が台無しになる (Stickler ほか 2013)。逆に、沿岸湿地や三角州への堆積物の流入は、ダムや堤防の建設によって時として減少しうるが、栄養塩類の供給も減り、生産性を低下させる。

淡水の取水による塩類化作用や、海面上昇による塩水の侵入は (Herbert ほか 2015)、森林に覆われた内陸湿地や河口域、マングローブ林といった多くの生態系に影響を及ぼす (White & Kaplan 2017)。

最後に、平均海水温は過去60年間に着実に上昇しており、浅水域、藻場 (de Fouw ほか 2016)、コンブの群生 (Provost ほか 2017) に影響を及ぼしている。最高海水温の高さや期間の深刻な増大は、サンゴ礁系の白化や破壊を招いている (Baker ほか 2008)。



© Equilibrium Research

水、生物種、土壌などの 湿地からの採取

農業、家庭、工業用水として、内陸湿地やその集水域から水が採取される。現在、人間が利用するために採取される水の用途の約70%が、農業に使われている。だがこの割合は、都市、工業、エネルギーのための利用の伸びによって、21世紀半ばまでには50%未満にまで低下すると予想されている(WWAP 2016)。その他の影響として、淡水の採取は、下流の河口域における塩分濃度の上昇による海浜植生の減少を招く可能性があり(Herbertほか 2015)、地下水に影響を及ぼす(Richeyほか 2015)。

湖沼、河川、貯水池、氾濫原からの全世界の漁獲量は、主にアジアとアフリカで増大している。アジアとアフリカでは、食料と生計のために内陸と沿岸の漁業が重要であるが、温帯地域と市場経済移行国では、レクリエーションのための魚釣りがより重要である(McIntyreほか 2016)。漁業は必ずしも有害ではないが、乱獲のほか、爆発物、毒物、蚊帳などの有害な漁獲法の利用(Bushほか 2017)、および外来種の導入は、個体数と多様性を減少させ、栄養構造を変え、サンゴ礁の劣化を招く可能性がある(Welcommeほか 2010)。沿岸湿地からの甲殻類の乱獲により、北米やオーストラリアなどではカキ礁の破壊に至っている(Kirby 2004)。水族館への販売目的での漁業はサンゴ礁を劣化させる(Deeほか 2014)。

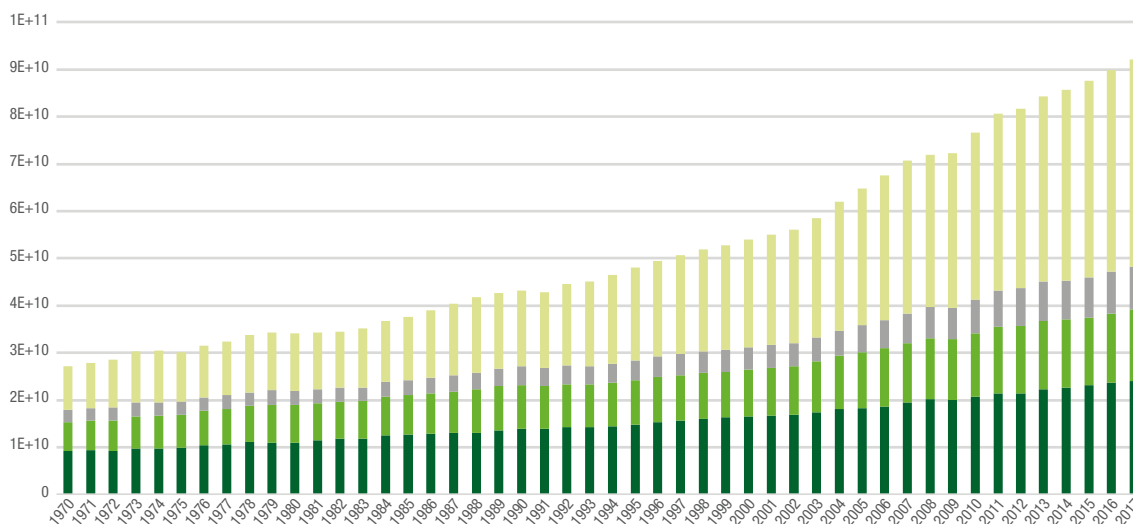
湿地林やマングローブ林における材木や木炭用の集約的な森林の伐採は、生態学的特徴に重大な変化を生じうる(Walters 2005)。サンゴの採取は沿岸礁の劣化と消失に至る可能性がある(Tsounisほか 2007)。泥炭地は、ボルネオ島で見られるように泥炭の採取、排水、樹木の伐採に対して脆弱である(Miettinenほか 2013)。多くの淡水湿地の土壌は、煉瓦の製造に用いられている(Santhoshほか 2013)。

河川や海岸からの砂や砂利の採取は、都市の発展と関連しており、今や採取総量が化石燃料とバイオマスを超えている(図3.2。Schandlほか 2016も参照のこと)。砂の採掘は、底生生物の生息場所を乱して破壊し、浮遊土砂により水質に影響を及ぼすなど、生態系への多くの影響がある。資源に区切りがない性質から、規制が困難で、違法に採取されるケースが増加している(Torresほか 2017)。

図3.2
世界の物質採取量(国内消費、トン)
注:非金属鉱物には、埋め立てや建設用の土砂も含まれており、今や他の3つのカテゴリーの採取量を超えている。

出典: Schandlほか(2016)。Global material flows and resource productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel, UNEP.

- バイオマス
- 化石燃料
- 金属鉱石
- 非金属鉱物



汚染物質と外来種が多くの湿地を劣化させる

導入による変化の要因としては、栄養塩類、化学物質、固形廃棄物の付加、大気からの物質沈着、外来種が挙げられる。

下水、産業廃棄物、農業や養殖からの過剰な栄養は、富栄養化をもたらし、生物多様性、水質、バイオマスおよび酸素濃度を変化させる。全世界の肥料の使用量は、2018年には年間2億トンを超える可能性があり、2008年よりも約25%多い(FAO 2015、図3.3)。大気からの窒素沈着は、水系に影響を及ぼし、新興国で急増している(Liuほか2011)。富栄養化は藻類やその他の植物の成長を促進する。植物が枯れると、その分解により水中の酸素濃度が低下する。これは多くの湿地に影響を及ぼす(Smithほか2006)。その例として湖沼におけるアオコの発生が挙げられる(Paerl & Otten

2013)。沿岸生態系では低酸素(酸素欠乏)が増加しており(Rabalaisほか2010)、500以上の沿岸の「死の水域」が知られている(UNEP 2014a)。暗礁系は、農業あるいは都市や港のインフラからの堆積物の増大や栄養塩類濃度の上昇による影響を受けている(Wengerほか2015)。

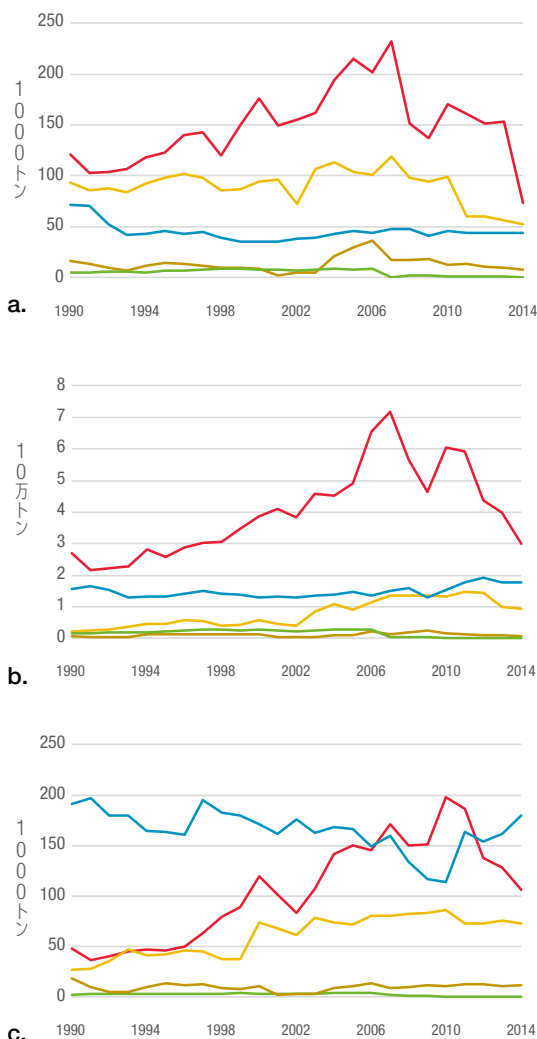
海洋と都市の廃棄物が沿岸湿地に損害を与えている(Poetaほか2014)。2010年には、推定480万~1270万トンのプラスチックが海洋環境に流入した(Jambeckほか2015)。これは全海洋ごみの60~80%である。その物理的な影響のほか、プラスチック関連の化学物質による毒性影響に対する懸念もある(Beamanほか2016)。工業、家庭、農業活動から殺虫剤などの汚染物質が放出され、多様性、個体数、生産性の低下につながっている(Zhangほか2011)。

ボツワナのオカバンゴ・デルタにおける外来甲殻類の例で見られるように、外来種の導入は、栄養構造、エネルギーの流れ、種組成を乱しうる(Nunesほか2016)。域外から持ち込まれて定着する淡水種の数が増え続けており、例えばヨーロッパでは、特に過去60年間に継続的な増加が見られる(Nunesほか2015)。湿地は外来種に対して脆弱である。堆積物、栄養塩類、水の組合せにより、時に攪乱に助けられて、日和見種(記者注:他種が生存することができない、または生存していない場所に、すみやかに侵入し、急速に個体数を増大させ、その場所の資源を独占的に利用しうるが、他種が侵入してくると衰退してしまうような種)の繁殖する条件が生み出されるからだ(Zedler & Kercher 2004)。世界中の多くの湖沼が、もともと南米原産であるホテイアオイ(*Eichornia crassipes*)の繁殖に悩まされている。東アフリカのビクトリア湖は多くの要因による影響を受けているが、域外から持ち込まれたナイルパーチ(*Lates niloticus*)が、富栄養化、土砂の堆積、水位の変動とともに、生態系の極端な変化をもたらしている(Kiwango & Wolanski 2008)。

浅海域、藻場およびコンブの群生地では、在来種の変化や導入された生物種により、生態系が劣化しうる(いわゆるウニ焼けなど)。海洋生態系では外来種の数が増え続けている。ヨーロッパのバルト海では、140の外来種が記録されており、このうち14種は2011~2016年の間に持ち込まれたものである(HELCOM 2017)。

図3.3
1990年~2014年の
農薬使用量の推移
a. 殺虫剤
b. 除草剤
c. 防カビ剤と殺菌剤
出典:FAO (2016)
FAOSTAT Inputs/
Pesticides Use.

地域
— アフリカ
— アメリカ大陸
— アジア
— ヨーロッパ
— オセアニア



直接的な要因には 生息地の構造的変化も含まれる

構造的変化は、排水、転用、あるいは湿地の植生の焼失などによって、湿地の生態学的特徴とその周辺の変化する。これは往々にして湿地の消失につながる。河川、小川、氾濫原では、運河化や、氾濫、流入物の堆積がよく見られる。植林地、農地、市街地などの他の土地利用への転用や、埋め立て、過剰な堆積は、森林性湿地における主要な破壊的要因である。多くの沼地は、物理的な排水、流入物の堆積および農地や市街地への転用による脅威にさらされており、スペインの世界遺産であるドニャーナ国立公園などの象徴的な湿地ですらそうである (Zorrilla-Mirasほか 2014)。淡水の泥炭湿地は、温帯地域と熱帯地域双方で農地に転用されており (Urakほか 2017)、特にアブラヤシのような換金作物による影響が大きくなっている (Kohほか 2011)。これは、排水、流入物の堆積や氾濫あるいは過剰な頻度・強度の火災を通じて、泥炭地を

直接的、間接的に破壊する可能性がある (Turetskyほか 2015)。半島マレーシア、スマトラ島およびカリマンタンにおけるある研究では、泥炭湿地林で覆われた泥炭地面積の割合が、1990年の76%から、2007年には41%、2015年には29%へと減少したことが示されている (Miettinenほか 2016)。

沿岸湿地もまた大規模に転用されている。干潟、塩性沼沢地、潟湖における排水、砂州の過度の開削は、生態学的特徴に影響を及ぼしうるほか、多くの場合、埋め立ては生態系を破壊するか、深刻な劣化をもたらす (Murrayほか 2015)。農業や養殖への転用は、マングローブ林消失の第一要因であり (Thomasほか 2017)、特に東南アジアでそうである (Richards & Friess 2016)。



© Gabriel Mejia

湿地の変化の直接的な要因

表3.1に、ラムサール分類の主要な湿地タイプすべてについて、湿地における人為的な変化の直接的な原因についての体系的な分析を、本書『世界湿地概況』の本文の項目ごとに、その重要度(世界的、地域的、または個別の湿地ごと)の評価とともに示す。この表では、生態学的特徴の実質的な変化や、湿地の破壊をもたらすことが知られている要因を特定し

ている。この評価は、定性的で専門家の知識に基づくものであり、さまざまな状況や場所で知られている要因を示している。要因の重要度は、それぞれの湿地が持つ背景や、特別な地域的特徴によって異なるだろう。

表3.1
さまざまな天然湿地における人為的な変化の直接的な要因

- 各湿地タイプに対する要因
- 変化の重大要因 (世界的な分布 / 重要度)
 - 変化の重要要因 (地域的または世界的な分布 / 重要度)
 - その他の変化の重要要因 (限局的または未知の重要度)
 - 湿地の破壊をもたらすことが知られている要因

		物理的状况					採取			導入			構造的変化			
		水質	流入の頻度	土砂堆積	塩濃度	熱	水	生物種	土壌および泥炭	栄養塩類	化学物質	外来種	固形廃棄物	排水	転用	焼失
内陸湿地	河川、小川、氾濫原	○	■	■	■	○			■	■	■			○		
	湖沼	○	■	■	■	○			■	■	■					
	森林性湿地	○	○	■	■		○	○	■	■	■			○	○	○
	泥炭地	■	■			■	○	○	■	■	■			○	○	○
	沼地(鉍質土壌)	○	■		■		○		■	■	■			○	○	■
	地下湿地	■	■				○		■	■	■					
沿岸湿地	河口、干潟、塩性沼沢地、潟湖	○	■	■	■			■	■	■			■	○		
	マングローブ林	○	■	■	■		○	■	■	■				○		
	暗礁系(サンゴ礁、甲殻類・温帯を含む)			○		○		■	■	■	○					
	砂丘、磯、浜			○				■	■	■				○		
	浅水域、海草藻場、ケルプの群生			■	○	■		■	■	■	○					

間接的な要因は、それが直接的な要因に与える効果を通じて、湿地に影響を及ぼす

ここでは、水力、食料・繊維、インフラ、および観光業について検討する。これらは相互に結びついており、気候変動とガバナンスの影響を受ける。また、市場、価値連鎖（バリュー・チェーン）、全体的な社会条件、利害関係者の環境意識と強く関連している。

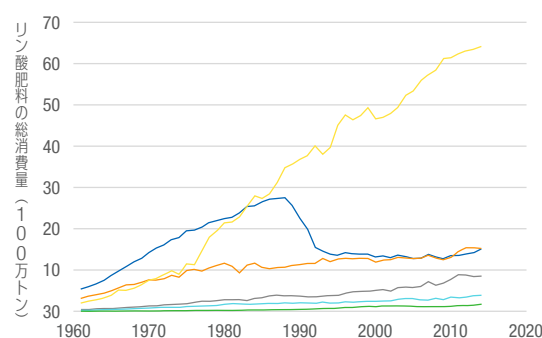
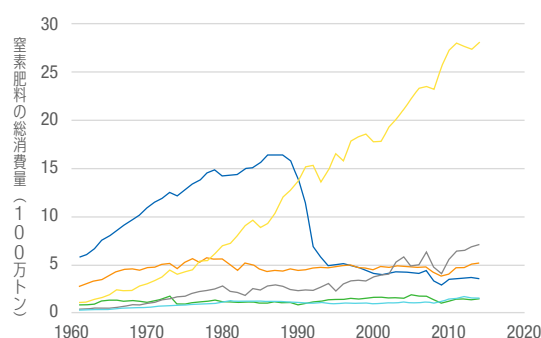
水力関連では、貯水、洪水防止、水力発電、灌漑の目的で、ダム、貯水池、堤防、インフラが造られる。その最大の用途としては、農業が群を抜いており、これに水力発電、製造業、家庭での利用が続く。バイオ燃料と水力発電は、1つにはその水の利用により、気候変動に優しいエネルギーとしての位置づけがますます疑問視されている（Delucchi 2010）。

食料・繊維業は、農業政策、市場の需要、土地利用の変化を通じて、湿地に影響を及ぼす。アジアでは、集約化と大量の農薬の使用により収量の増加がもたらされている（図3.4）。南米における増産は、機械化によるところが大きい。アフリカにおける増産は、主として面積拡大によるもので、往々にして湿地に影響を及ぼしている（OECD/FAO 2016）。養殖は物理的状況を変化させ、栄養塩類、化学物

質、外来種をもたらすが、その影響は用いられるシステム（養殖池、浮いけす等）に左右される（FAO 2016b）。

インフラには、建物、パイプライン、橋、道路、工場、鉱山、堤防、空港が含まれる。市街地は、水、栄養塩類、動物の動きを妨げる。鉱業は、河川構造を損ない、堆積を増大し、金鉱業におけるシアン化物や水銀のような汚染物質を放出する。アマゾン川からは、金1キログラムにつき推定で1キログラムの水銀が放出されている（Ouboterほか 2012）。道路は湿地を分断し、生息地、動物の移動、生物種に影響を及ぼしている（Trombulak & Frissell 2000）。道路交通による汚染としては、燃料と潤滑油のほか、寒冷地では道路用塩と融氷剤も挙げられる（Herbertほか 2015）。交通により、騒音、光による攪乱、野生動物の交通事故死がもたらされる。道路は文字どおり、外来種、狩猟および漁獲への道を開くものである。

図3.4
1961年から2014年の化学肥料（窒素とリン）使用量の推移。農業投入量に関するFAOSTATからの複数のデータに基づく（Fertilizers 2002-2014およびFertilizers Archive 1961-2001）。



湿地の変化の間接的な要因

観光業とレクリエーションは、インフラ（ホテル、ゴルフコース等）を建造し、資源の利用、廃棄物、攪乱など人間による湿地への圧力を増大させる。海洋の光による汚染が増大しており、全世界の海岸線のほぼ4分の1（22.2%）が毎晩人工光にさらされている（Daviesほか 2014）。観光業も外来種の数を増大させる（Andersonほか 2015）。

気候変動は、水量、流れ、温度、外来種、栄養のバランス、および火災の形態に影響を及ぼす（Finlayson 2017）。気候変動はまた、水力発電用ダムを建設するための根拠として用いられるなど、意思決定にも影響を与える。

ガバナンスは、湿地管理を成功に導くカギを握る要素である。それは力関係と公平性に対処しつつ、柔軟で、透明性があり、包括的で、説明可能であるべきで（Mauerhoferほか 2015）、また、学習、新たな知識の取込、公式・非公式の協働、評価および適応が必要とされる（Mostertほか 2007）。優れたガバナンスは湿地保全の成功を強力に予測させる（Amanoほか 2018）一方で、不十分なガバナンスは、短期的な決定を導いたり、少数派の利害を軽視したり、湿地保全を台無しにしたりする（例：Adamanほか 2009）。

表3.2
変化の間接的な要因と、それが天然湿地における直接的な変化の要因に及ぼす影響

- 各湿地タイプに対する要因
- 変化の重大要因(世界的な分布/重要度)
 - 変化の重要要因(地域的または世界的な分布/重要度)
 - その他の変化の重要要因(限局的または未知の重要度)

		水カインフラ	食料・繊維				インフラ			レクリエーション・観光業	局所的な影響 気候変動の影響
			農業	林業	養殖	漁業	鉱工業	交通(道路、空路、水上交通)	建設		
物理的状況	塩濃度	■	■		■					■	
	水質	■	■	■	■				■	■	
	流入の頻度	■	■		■					■	
	土砂堆積	■	■		■					■	
	熱	■								■	
採取	水	■	■	■	■	■	■	■	■		
	土壌および泥炭		■		■			■			
	生物種	■	■	■	■	■	■	■	■		
導入	栄養塩類		■	■	■	■	■	■	■	■	
	化学物質		■	■	■	■	■	■	■	■	
	外来種	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	固形廃棄物		■		■	■	■	■	■	■	
構造的変化	排水	■	■	■		■	■	■	■		
	転用		■	■	■	■	■	■	■	■	
	焼失		■	■						■	

世界的な潮流は、直接的な変化の要因と間接的な変化の要因の両方に影響を及ぼす

世界的な潮流は、すべての政策部門と人間による活動の分野に世界的な規模で影響を及ぼす間接的な要因である (EEA 2015、Hajkowiczほか 2012、Naisbitt 1982)。世界的な潮流は、一見したところ直接的な変化の要因とは無縁であるように思えるが、それが引き起こす意思決定や、人間の行動を通じて、湿地に影響を及ぼす。

人口統計学と人口増加は、食料生産とインフラ開発における多くの決定の要素となるものである。世界人口は、21世紀半ばまでに100億に達すると予想されており (UN 2015b)、開発途上国で最も増加が見込まれる。先進国では、人口増加はもっと緩やかか、あるいは減少すると思われる。短期的には、経済発展の欠如が環境の悪化、気候変動や、時に紛争と相まって、先進国への移住につながる可能性がある (OECD 2015b)。

グローバル化は、他の潮流のほとんどすべてと湿地の変化の間接的な要因のいくつかに影響を及ぼす。経済用語では、グローバル化とは、国家経済が国際的な貿易と金融フローに統合されることを指す (IMF 2002)。しかし、グローバル化は文化的・政治的側面もあわせ持つ。現代の輸送手段と遠隔通信は、地球全体で人、物、知識の流れを増大させた。人々

は仕事や観光目的で移動したり、経済移民になったりしている。食料と物品は、生産コストの低い地域で生産され、遠く離れた消費者に輸送される。グローバル化は便益をもたらす (経済発展、貧困削減) が、一方で湿地への環境面の圧力を強めるリスクがある。より保護貿易主義的な政策が目につく昨今、世界的な貿易協定への反対意見が高まっているが、一方で富の不平等に対する意識も高まりつつある (Islam 2015)。

変わりゆく消費パターンは、人口増加、グローバル化および経済発展の結果であり、最終的には湿地に影響を及ぼす。開発途上国における中流階級の増加は、食料とエネルギーの利用パターンを変えており (Hubacekほか 2007、OECD/FAO 2016)、インフラ、工業製品、水の需要を増大させるとともに、廃棄物の産出と温室効果ガスの排出も増大させている。例えば、肉の消費は、飼料用の牧草と大豆を生産するために土地利用が変化するなど、資源の需要に大規模な影響を与え、水の利用を高める。牛肉、鶏肉、豚肉の生産はどれも、植物由来の食料よりも資源を必要とする (UNCCD 2017)。

都市化は、特に沿岸域と河川の三角州において、湿地への圧力を生む。2050年までには、世界人口



© Babak Mehrfashar



の3分の2が市街地に住むと予測されている (UN 2015a)。開発途上国では、都市における経済的機会、農業の機械化による地方の雇用減少および環境の悪化による地方の生計の衰退を原因として、都市の人口は倍増する可能性が高い (EEA 2015)。都市化により効率的に資源が利用される可能性は高まる一方で、急速な都市の成長は往々にして、都市周辺地域において規制の不十分な開発をもたらし、社会的・環境的に悪い影響を与える (McInnes 2013)。都市化は、水域間のつながりの変化、生息地の変化、土壌中の地下水の飽和、汚染、そして究極的には豊富で多すぎる生物種を通じて、湿地を変化させる (Faulkner 2004)。

気候変動：気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、気候変動により乾燥亜熱帯地域において地表水・地下水資源が著しく減少すると予測し、これにより水をめぐる競争が激化し、特に他の要因との相乗効果によって淡水種の絶滅リスクが増大し、淡水生態系の構成、構造、機能において突然で不可逆的な地域的規模の変化をもたらされるリスクが高くなり、海面上昇を通じて沿岸生態系が損なわれるとしている (IPCC 2014、Moomawほか 2018)。気候変動への対応は湿地にとってマイナスにもプラスにもなりうる。水力発電とバイオ燃料の増大は湿地の消失を招くと思われる。一方、炭素固定において湿地が果たす役割から湿地の保全と再生が促進されうる (Moomawほか 2018)。

環境意識と湿地の重要性：生態系管理の重要性は、長きにわたり多くの伝統文化に根付いているも

の、公的な環境政策と法律は、工業化による環境問題 (例：英国における石炭の燃焼による大気汚染、Brimblecombe 2011) に対応して19世紀から制定され始めた。工業化された時代にも、人類の福祉は依然として生態系に依存しているという認識が、「生態系アプローチ」 (Smith & Maltby 2003) や「賢明な利用」 (Finlaysonほか 2011、ラムサール条約 2005) のような概念に結実している。過去30年間で、湿地の生態系サービスとその多種多様な価値は一般に認知されてきた。しかし、湿地の価値を経済政策と意思決定に完全に組み込むことは依然として課題となっており (Finlaysonほか 2018)、意思決定者と市民社会を教育する継続的な努力の必要性が強調されている (Geversほか 2016)。

湿地の劣化と消失の要因を評価する

表3.1と表3.2に示す、湿地の劣化と消失の要因に関する定性的評価は有益ではあるが、政策と意思決定には、湿地の変化の要因に関するもっと定量的なデータが必要とされる。リモートセンシングやモデリングのデータも、要因の類型についての統合された評価と測定に用いることができ(例:Tesslerほか2016)、MacKayら(2009)が概説したように、これを湿地に適用することができる。

おそらく変化の要因を定量的に推定した最高の成果は、モデリングの取組の一環としてなされたものであり、なかでも集水域の規模と全世界的な水文学モデル(van Beekほか2011、Wisserほ

か2010)、河川からの栄養塩類の流出を推定するモデル(Mayorgaほか2010)および水生生物の多様性を研究する全世界的なモデル(Janseほか2015)が挙げられる。これらのモデルは、河川流量・堆積物および栄養負荷などの、湿地の変化のさまざまな直接的な要因を算出する。これらは、気候、人口および政策に関するシナリオなどの間接的な変化の要因をシミュレーションする、より大規模なモデリングの枠組に組み込まれることが多いため、湿地における持続可能な利用を最大限にするために用いることができる(Saboほか2017)。湿地の変化の要因に関するデータのモニタリングと処理が向上することにより、モデルによる予測と、モデリングが妥協案と意思決定の決定に及ぼす影響も概して向上するだろう。



© Joseph Kakkassery

4. 対応策

対応策は、多くの課題に同時に対処しなければならない。ラムサール条約湿地やほかの保護区・保全地域のネットワークを強化することで、保全の枠組を確かなものとするができる。湿地への取組を、ポスト2015年開発アジェンダならびに持続可能な開発目標に統合させると、賢明な利用の達成に役立つだろう。ラムサール条約では、問題に対応する仕組と目標に向けた進捗状況を測る仕組をいくつか備えている。その他にも、法的・政策的手段、経済・財政的インセンティブ、持続可能な生産のような手段が必要である。能力養成と多様な見解を奨励することは、どちらも成功に不可欠である。



多様な課題に対応する



© Michael Abhiseka Wasesajati

湿地の保全と賢明な利用は、持続可能な開発の中核をなすものである。ラムサール条約では、すべての湿地の賢明な利用、ラムサール条約湿地の指定と保全、国境を越えた管理の促進という、3本柱に重点を置いている。ラムサール条約戦略計画2016–2024には、湿地の消失と劣化への対処、ラムサール条約湿地の保全と効果的な管理、湿地の賢明な利用、実施の強化という4つの密接に関連する目標がある。19の関連する個別目標それぞれが、国連持続可能な開発目標 (SDGs) と、関連するSDGsのターゲットのうち少なくとも75の項目に結びついている。

世界の湿地の現状は、厳しい現実を突きつけている。多くの地域の湿地が問題を抱えており、社会全体に深刻な影響をもたらしている。劣化と消失の傾向を覆すことがきわめて重要であることから、以下に対応策の骨子をいくつか示す。

制度とガバナンス：制度とガバナンスは、きわめて重要な湿地生態系を、ラムサール条約湿地やその他の保護区として、また「その他の効果的な地域をベースとする保全手段」などの新たなツールを通じて保全するためのあらゆる戦略の礎である。すべての湿地を保全し賢明に利用するコミットメントの一環として、保全と賢明な利用に向けた政策と法的枠組の強化とともに、持続可能な開発戦略に統合することが必要とされる。

管理：管理は必須であり、ラムサール条約の数十年にわたる湿地の保全と賢明な利用における経験は、世界中で管理を向上させる基礎を提供するものである。湿地の特徴を景観規模の計画策定において保障することは、その過程に幅広いステークホルダーを取り込んで、多様な見解に耳を傾けて調整するよう万全を期すこととともに、きわめて重要なステップである。

出資：湿地が自然インフラとして果たす役割を認識している、政府やその他の機関からの出資は必須である。直接的な財政支援と同時に、もっと幅広いさまざまな経済的インセンティブによって、管理実務の向上が促進される。生産と消費に対する持続可能なアプローチにより、産業界は湿地をめぐる課題への対応に貢献することが可能になる。

知識：知識は、現在の目録と研究を向上させるとともに、きわめて重要なこととして、情報を幅広い人々により上手に伝える上で、カギを握るものである。新たな技術と、市民科学の広がりは、どちらも現在の知識格差を埋めるのに役立つだろう。

ラムサール条約湿地のネットワークを強化する

国ごとの対応策としてきわめて重要なのが、国際的に重要な湿地をラムサール条約湿地に指定し、その生態学的特徴を維持するよう管理することである。ラムサール条約の「国際的に重要な湿地のリスト」は、世界最大の保護区ネットワークの1つである (Pittock ほか 2014)。アフリカ (Gardner ほか 2009)、カナダ (Lynch-Stewart 2008)、米国 (Gardner & Connolly 2007) における調査では、湿地の指定による多種多様な恩恵が強調されている。その中には、個々の条約湿地と湿地全般の重要性に関する認識の向上、保護と管理に対する支援の増大、土地利用の決定・土地買収・環境影響評価に及ぼす影響、出資の機会の増大、エコツーリズムと研究の促進などが含まれている。ラムサール条約事務局では、これらの恩恵について論じているアメリカ大陸からのケーススタディを取りまとめた (Rivera & Gardner 2011)。

ラムサール条約湿地の数は2300を上回り、面積は2億5000万ヘクタールに及び、陸上の湿地と沿岸の湿地の約13~18%を占めている (Davidson & Finlayson 2018)。図4.1を見ると、条約湿地の数と面積が時とともに着実に増えていることがわかるが、2010年代に入ってから伸びが減速してい

る。図4.2は、ラムサール条約湿地の数と面積を地域別で比較している。条約湿地の数はヨーロッパが最大だが、条約湿地の面積はアフリカが最大である。

ラムサール条約登録湿地に指定される可能性のある湿地は、まだまだたくさん残されている。ラムサール条約の登録基準を満たしている重要自然環境 (IBA) のうち、全体または一部が指定されているのはわずか24%である。最も多く指定されている地域はアフリカとヨーロッパで (IBAの30%)、アジアが最低となっている (12%)。生物多様性保全の鍵になる地域 (IUCN 2016) も有力な条約湿地候補であり、指定により持続可能な開発目標、仙台防災枠組、気候変動に関するパリ協定を支持することができる。

湿地の指定により、国際的な協力を強化することができ、ひいては生態系サービスの国境を越えた流れを確保できる。ラムサール条約湿地のうち約234カ所は国境をまたがっているが、ほとんどの場合、1カ国のみが湿地の一部を指定しているだけである (Griffin & Ali 2014)。エリア全体が双方の (またはすべての) 条約締約国により指定されている場合には、「国境をまたがるラムサール条約湿地」に指定することで管轄機関が協働を正式なものとするのが可能である。国境をまたがるラムサール条約湿地は20カ所指定されており、アフリカの2カ所以外はヨーロッパにある。

図4.2 地域ごとに分類して見るラムサール条約湿地の数と面積。出典：ラムサール条約湿地情報サービス (RSIS)

■ 条約湿地数の合計
■ 条約湿地面積の合計

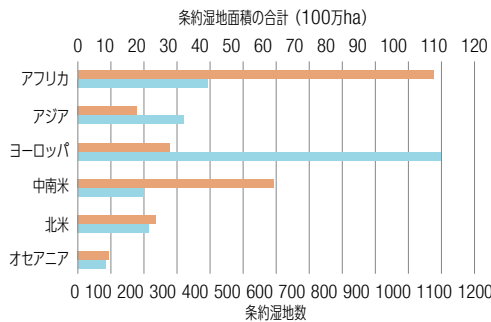
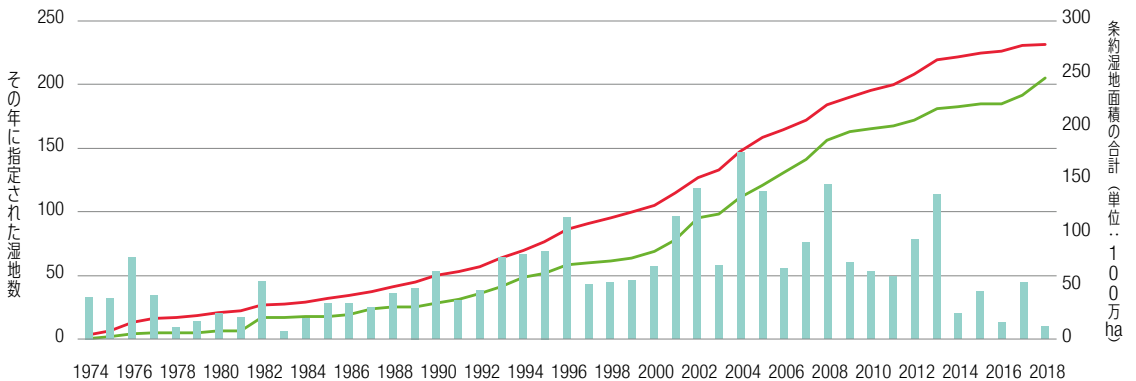


図4.1 全世界のラムサール条約湿地の数と面積。出典：ラムサール条約湿地情報サービス (RSIS)

■ 年ごとの指定数
■ 累積の条約湿地数
■ 累積の条約湿地面積



保全区域に占める 湿地の面積を拡大する

淡水の湿地と海洋の湿地は、法的に保護された区域であっても、ラムサール条約湿地ではない場合が多い。海洋の保護区には、サンゴ礁、マングローブ林、海草などラムサール条約で湿地として定義している場所が含まれていることが多々ある。その保全の効果は、「ノーテイク(禁漁)規則の厳格な施行、大きさ(大きいほどよい)、隔離(Edgarほか2014)によって高められる。

その他にも、幅広いモデルが適用されている。フィリピンでは、持続可能な利用を促進するために地域コミュニティによる森林管理の制度を採用し、マングローブ林の利用権を地域コミュニティに付与している。地域コミュニティは合意された管理計画を実行し、その見返りとして排他的漁業権を得ることができる(Carandang 2012)。オーストラリアでは先住民保護区が設定されており、そこでは先住民グループが、生物多様性と文化の保全のために自分たちの地所を自主的に管理している。管理計画の策定と採用は、承認に向けた重要なステップである(Davies

ラムサール条約湿地の指定は、ラムサール条約戦略計画の個別目標5(生態学的特徴の維持)、個別目標9(統合的な資源管理)、個別目標12(再生)など多くの目標に対応するものである。それは、生物多様性に関する愛知目標の個別目標1、SDGs 6.6「山地、森林、湿地、河川、帯水層、湖沼などの水関連の生態系の保護と再生」、SDGs 15.1「陸域生態系と内陸淡水生態系およびそれらのサービスの保全、回復、および持続可能な利用の確保」にも貢献する。

ほか2013)。その他の例としては、セネガルなどのような、先住民と共同体保全地域(ICCA)の世界的ネットワークが挙げられる(Cormier-Salem 2014)。

ラムサール条約の締約国のなかには、私有の保護区を奨励しているところもある(Stoltonほか2014)。たとえば、コロンビアでは、385を上回る家族が私有自然保護区に加わり、ラムサール条約登録湿地であるラ・コチャ潟湖周辺の緩衝地帯を拡大させている(Bonells 2012)。

生物多様性条約の下で、「その他の効果的な地域をベースとする保全手段」の新たな定義も登場しつつある。ここでは、保護区ではないが生物多様性に対して長期的で重要な恩恵を与える場所について説明されているが、保護区として規定されていない多くのラムサール条約湿地がこれに含まれるであろう(IUCN 2018)。

ラムサール条約戦略計画の個別目標6では、ラムサール条約湿地ネットワークの拡大を求め、個別目標14では、科学的手引きが強調されている。SDGs 14.5では、政府に対し、2020年までに「国内法と国際法に即し、入手可能な最善の科学的情報に基づいて、沿岸と海洋の少なくとも10%を保全する」よう求めている。これは、愛知目標11と合致するものである。

ケーススタディ：北米の湿地に生息する野鳥目録

北米の湿地に依存する野鳥は、1968年から30%超増加したが、これは保全活動によるところが大きい。4000万ヘクタールを超える湿地の生息地が、米国連邦保護区、州や現地の野生生物管理区域、私有地の湿地保護計画を通じて保全されており、その結果、湿地に依存する鳥が増えている。北米の野鳥目録には、87種の平均個体数が収録されている

が、野鳥は1968年から30%超も増加した。例えば、マガモの個体数は、その長期的な個体数の平均を42%上回っている。しかし、湿地の消失が続く場所では、鳥の個体数は相応の減少を示している。

出典：バードライフ・インターナショナル(2015)、北米鳥類保全イニシアティブ(2014)

ポスト2015年開発アジェンダの 計画立案と実施に湿地を組み込む

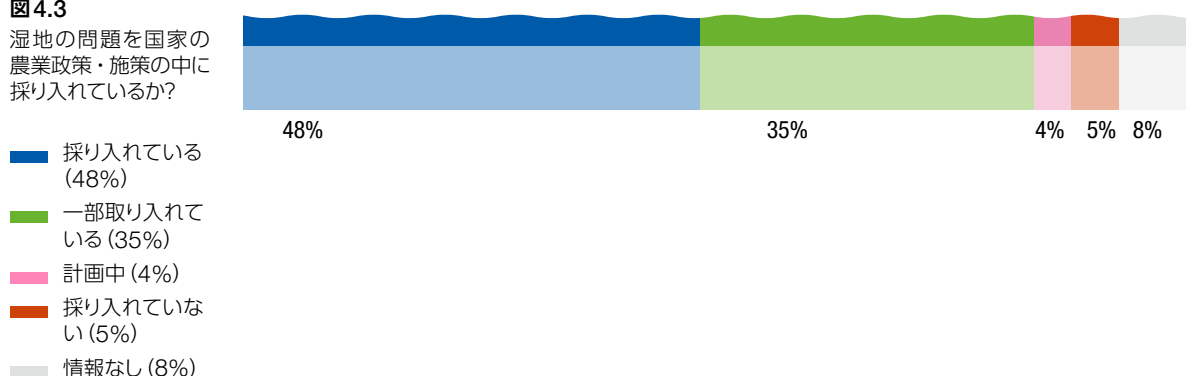
2015年の国連加盟国で合意された国際的な政策枠組、持続可能な開発のための2030アジェンダとその持続可能な開発目標、気候変動に関するパリ協定および仙台防災（DRR）枠組は、国のコミットメントを果たす手段として、湿地保全と賢明な利用を促進する機会を提示するものである。湿地の賢明な利用を国や部門別政策、計画および指標制度の中に組み込むことが、大いに必要とされている。開発機関、人道支援機関、環境保全機関の間の協働を強化することにより、アプローチに一貫性を期すことができる。

例えば、フィリピンの災害防止・復興計画や、インドの国家災害管理計画などのように、湿地をDRRの政策の中に組み込む政府が増えている。

ラムサール戦略計画2016-2024の1つの指標として、湿地の問題を国家の農業政策・施策の中に取り入れた国の割合が挙げられる。2018年に国別報告書を提出した締約国の約半数が、国家の農業政策・施策の中に湿地が含まれていると報告している。

生物多様性に関する愛知目標の目標6には、「2020年までに、すべての魚類、無脊椎動物および水生植物は、持続可能な方法で、合法的に、生態系に基づくアプローチを取りながら、管理・採取される」と記載されている。

図4.3
湿地の問題を国家の農業政策・施策の中に採り入れているか？



Box 4.1

再生可能エネルギーに関する政策と目標による損害を防ぐ

温室効果ガスの排出を抑制するために、多くの国々が、バイオ燃料や水力発電などの再生可能エネルギーの利用を奨励する法律、政策、目標を採用してきた。ラムサール条約決議X.25とXI.10では、湿地が、その他の生態系サービスを犠牲にして、エネルギー生産に転用されうる懸念が表明されている。国によっては、生物多様性の保全を確かなものとするために、持続可能性基準の利用を義務付けているところもある。例えば、欧州連合は、2020年までに各加盟国の交通燃料の10%をバイオ燃料などの再生可能資源に由来するものとする目標を設定した。

一方で、「バイオ燃料は、湿地や森林などのように、それまで炭素貯蔵量が多かった土地から転用された場所では産出しない」ことを義務付けている（欧州委員会 2017）。大規模な水力発電は多くの河川で流れの状況に影響を及ぼすが、メコン川委員会のような多国籍機関は、1つにはそのような利用に対する合意をめぐって交渉するために存在する。ラムサール条約決議X.19では、ダムの運用に際しての湿地の保護と管理を「クリティカルパスアプローチを通じて考慮に入れる」よう、締約国に求めている。

ラムサール条約は、 持続可能な開発目標を支える上で 重要な役割を担う

17. パートナーシップで目標を達成しよう

ラムサール条約は、他の多国間環境協定とのパートナーシップにより、政府によるSDGsの達成をサポートする。

16. 平和と公正をすべての人に

国境を越えた湿地を効果的に管理することは、平和と安全保障に役立つ。

15. 陸の豊かさを守ろう

世界の全生物種の40%が湿地で生息・繁殖している。

14. 海の豊かさを守ろう

海洋の健全性と高い生産性は、沿岸と海洋の湿地が十分に機能していることにかかっている。

13. 気候変動に具体的な対策を

泥炭地は世界の土地面積の3%を占めるにすぎないが、全世界の森林バイオマスの2倍の炭素を貯蔵している。

12. つくる責任、つかう責任

適正に管理された湿地は、あらゆる部門で増大する水の需要を持続可能な方法で支えることができる。

11. 住み続けられるまちづくりを

都市部の湿地は、安全で、回復力があり、持続可能なまちづくりにきわめて重要な役割を果たす。

10. 人や国の不平等をなくそう

健全な湿地は、2050年までに水へのアクセスが困難な状況で暮らす推定50億人のリスクを軽減する。

9. 産業と技術革新の基盤をつくろう

健全な湿地は、自然災害の増大を防止する天然の緩衝装置となる。

1. 貧困をなくそう

10億人超が生活のため湿地に依存している。

2. 飢餓をゼロに

湿地である水田で栽培される稲(米)は、35億人の主食である。

3. すべての人に健康と福祉を

国際的な観光客の半数は、湿地、なかでも沿岸地帯での安らぎを求めている。

4. 質の高い教育をみんなに

安全な水を手に入ると、とりわけ少女の教育機会が増大する。

5. ジェンダー平等を実現しよう

女性は水の供給、管理、保護において中心的な役割を果たしている。

6. 安全な水とトイレを世界中に

世界で消費される淡水のほぼすべてが、湿地から直接的・間接的に引かれている。

7. エネルギーをみんなに、そしてクリーンに

持続可能な上流の水の管理により、手ごろでクリーンなエネルギーを供給できる。

8. 働きがいも経済成長も

湿地は、湿地の観光と旅行で2億6600万の雇用を支えている。

湿地
と
SDGs

法的・政策的な取り決めに強化して、 湿地を守る

湿地は、さまざまな規模の法的・政策的手段を通じて保護することができる。そのような手段には、湿地に特化したもののほか、もっと一般的な生物多様性関連の法律や政策、汚染防止のための法律、環境影響評価プロセスが含まれる。このような法律が効力を発揮するためには、分野横断的に適用されるべきである。究極的には、優れたガバナンスが、すべての政策、法的・規制的选择肢の実施の成功を支える(ミレニアム生態系評価 2005)。戦略的環境影響評価は、湿地に景観規模で影響を及ぼしうる政策や計画を強化することができる。

国家湿地政策またはそれに相当するものを制定する国の数が次第に増えている。1990年にはそのような取り決めについて報告した締約国は皆無だったが、2018年までには73か国が国家湿地政策について報告し、別の18か国が同様の政策が施行されていると報告している(図4.4)。このような政策は、持続可能な開発目標の下で、国家計画に統合される必要がある。

湿地や生物多様性に関する国の法律は、往々にして開発行為を許可するプロセスの一環として、「回避・低減・代償」の枠組(Gardnerほか 2012)に頼ることが多々ある。一般的に、湿地の消失を回避する責務は必須事項とみなされる。回避できない損失は、低減されるか、再生プロジェクトなどによって埋め合わせられるべきである。人類がもたらした気候変動による場合、回避できないかもしれない(Finlaysonほか 2017)。

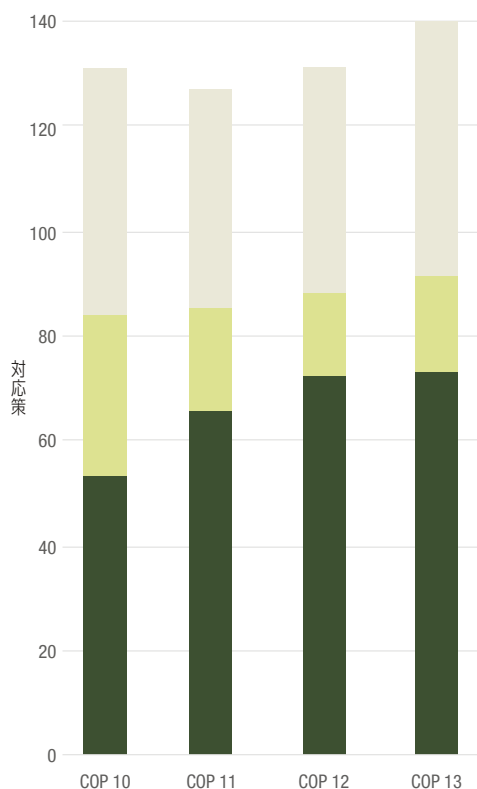
国によっては、湿地への影響を相殺するために、湿地バンキング(湿地ミティゲーション・バンキング)を利用しているところもある(Hough & Robertson 2009)。単純に言うと、ある主体が湿地の再生、拡大、創出、保護を行うと代償債権がつくられる。同じタイプのどこか別の生息地における開発者は、債権を購入して、湿地への負の影響を相殺することができる。

生物多様性オフセットプログラムは概念的に同様のものであるが、湿地よりも幅広く焦点を当てている(OECD 2016)。ラムサール条約決議XI.9の付属書には次のように記されている。「あらゆる形態の代償と同様に、これらのアプローチは、湿地に及ぼす影響の回避を逃れるような方法で用いられるべきではない。また、湿地の消失に対する代償を選択する際には、同様のタイプで、集水域が同じ地域である湿地で、地域的な範囲と機能的な性能の双方に対処して行う」。

外来種は湿地に対する主要な脅威の1つである。ラムサール条約では、湿地の侵略的外来種を特定し、防ぎ、根絶し、抑制するよう各国に要請している。2018年には、締約国の40%が、湿地に影響を及ぼす侵略的外来種の包括的な国内目録を報告した。それより少ない国(26%)では、湿地のための外来種の抑制と管理に関する国内政策やガイドラインを制定している。欧州連合は、EUが懸念する侵略的外来種のリストの作成を含む、包括的な法律を採択した(Genovesiほか 2014)。リストに挙げられた侵略的外来種の75%以上が湿地に関連する。このような対策を拡大することが急務である。

図4.4
湿地の賢明な利用を促進する湿地政策(またはそれに相当する取り決め)は施行されているか?

■ 施行されている
■ 準備中である
■ 施行されていない



ノーネットロスを目指して

Box 4.2

ノーネットロス

「ノーネットロス」は、所定の地理的規模（しばしば国全体）において湿地や生態学的特徴の純量の損失が無い（ノーネットロス）状態を達成するための政府の政策である。湿地への影響は許可される場合もあるが、それと釣り合う代償（再生または創出による）が必要とされる。これは必ずしも個別の湿地ごとではなく、湿地資源全体に対して行われるべきものである。ノーネットロス政策は、特定のプログラムや、湿地の一部あるいは管轄区域に限定される可能性がある。

ノーネットロス政策は、賢明な利用を履行する1つの方法となりうる。しかし、このような政策を持つ締約国が、単に湿地の面積ではなく機能に関して賢

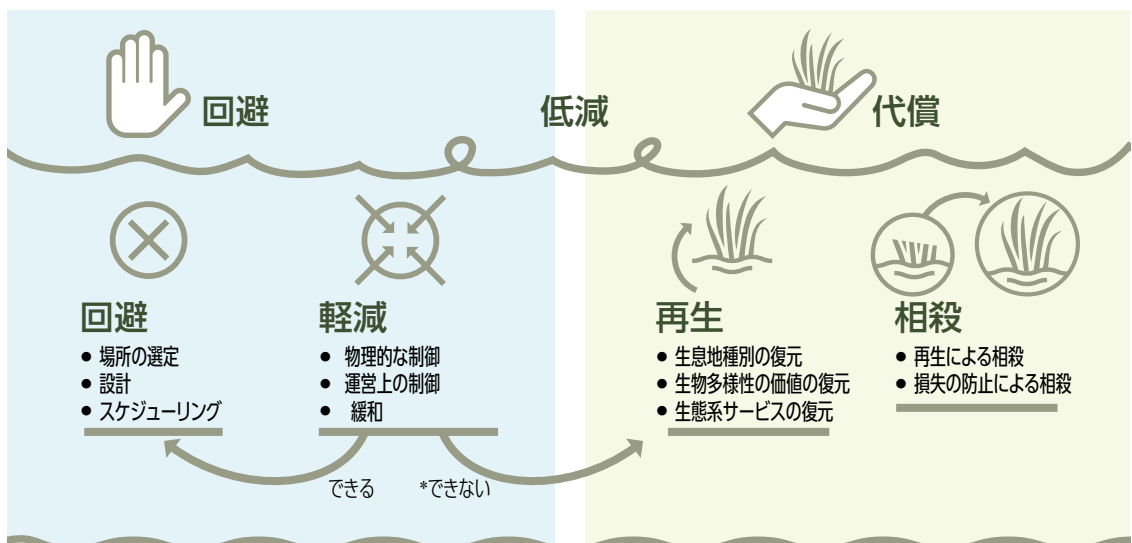
明な利用を達成できたかどうかは、これまでに研究されていない。有効性についてのさらなるモニタリングが必要とされる。ノーネットロス政策は、天然の湿地に及ぼす影響を回避するという第一責務を弱めるような方法で実施されるべきではない（ラムサール条約 2012）。このため、ラムサール条約では、より強力な「ノーロス（湿地の損失が皆無）」のアプローチを奨励している。

ノーネットロスの概念は、80を上回る国々において生物多様性オフセットの中で採用されているが、その定義は曖昧であることが多い（Maronほか 2018）。

ラムサール戦略計画では、政策問題の中でもとりわけ、湿地の恩恵（個別目標 1）、湿地生態系のニーズ（個別目標 2）、公共セクターと民間セクターの取り組み（個別目標 3）について言及している。ノーネットロスは、愛知目標の目標 5「すべての自然生息地の損失の速度が少なくとも半減し、また可能な場合にはゼロに近づき、また、それらの生息地の劣化と分断が顕著に減少する」に対応するものである。

SDGs 6.3では「汚染を減らして水質を改善する」よう要請しており、SDGs 15.8では「2020年までに、侵略的外来種の侵入を防止するとともに、これらの種による陸域・海洋生態系への影響を大幅に減少させるための対策を導入する」よう各国に求めている。

図4.5
ミティゲーション・ヒエラルキー



*潜在的な影響は、修復手段を通じて適切に管理できるか？

賢明な利用を達成するために ラムサール条約のガイダンスを実施する

ラムサール条約では、湿地の賢明な利用を支援する幅広いガイダンスを採用している。その概念は、条約の哲学と実践の中心をなすものである。「賢明な利用ハンドブック」とラムサール条約締約国会議の決議では、表4.1に示したように、最良の実践ガイダンスと勧告がまとめられている。

表4.1
ラムサール条約関連
の最良の実践ガイ
ダンス

内容	ガイダンス		
	ラムサール条約 湿地の指定	すべての湿地の 賢明な利用	国際協力
ラムサールハンドブック			
湿地の賢明な利用			
国内の湿地政策			
法制度			
鳥インフルエンザと湿地			
パートナーシップ			
湿地CEPA (コミュニケーション、能力養成、教育、参加、普及啓発)			
参加型湿地管理			
水関連の手引き			
河川流域管理			
水の配分と管理			
地下水管理			
沿岸域管理			
目録・評価・モニタリング			
データと情報の必要			
湿地目録			
影響評価			
条約への湿地登録			
湿地の保全管理			
生態学的特徴の変化への対処			
国際協力			
ラムサール条約決議			
気候変動			
泥炭地保全			
防災			
湿地価値評価			
観光業			
エネルギー			
採取産業			



© Adobe Stock/ magospace

Box 4.3

神聖な水

さまざまな信仰が湿地管理にプラスにもマイナスにも影響しうる。多くの湿地（湖沼、河川、湧水等）は、世界中の多数、少数にかかわらず信仰にとって神聖な価値を有している。神聖であることは、多くの場合手入れの義務がとれない、保全と優れた管理が保証される。ガンジス川が生きる存在としての権利があることを認めた2017年の判決 (Kothari

& Bajpai 2017) は、神聖な価値に基づく一連の政策イニシアティブのひとつである。同様の法的措置は、その他の伝統的な慣行・信仰にも取られている。2017年に、ニュージーランド議会は、マオリ族が神聖とみなすワンガヌイ川に法的人格を認めた。マオリ族と政府はそれぞれ、川の利害の代理人を1名ずつ指名する (ABC 2017)。

ラムサール条約湿地やその他の保護区として指定されても、十分な保全が保証されるわけではない。その有効性は、管理計画の策定に強く結びついている (Leveringtonほか 2010)。管理計画を携えたラムサール条約湿地は、管理計画のない湿地よりも事がうまく運ぶ。例えば、地中海沿岸地域で管理計画が効果的に実施されているラムサール条約湿地では、越冬する水鳥の個体数が格段に増えている (Korichi & Treilhes 2013)。しかし、管理計画が実行されているのは、全ラムサール条約湿地の半数未満である。

4つのラムサール条約地域センター（西半球、東アフリカ、中央・西アジア、東アジア）により、研修と能力養成が推進されている。例えば、東アジア地域センターでは、登録湿地の指定や管理の課題などの、ラムサール条約の履行に関する研修ワークショップへの国内専門家の出席を資金援助している。能力養成は、すべての行政レベルで必要とされているが、新たなスキルを学び、態度と行動を変えるのには時間がかかりうるため、依然として大きな課題である (Geversほか 2016)。

文化的な慣行や伝統を守ることにより、湿地の賢明な利用を支えることができる。例えば、湿地における神聖な自然の場所は、十分に保護されているこ

とが多い。地域社会や先住民の伝統的知識や文化的な慣行は、持続可能な管理を重視していることが多く、湿地を「自然インフラ」として維持する上で強力な役割を果たすことができる。

ラムサール条約の賢明な利用のアプローチは、戦略計画のいくつかの個別目標（湿地の恩恵（個別目標1）、ラムサール条約登録湿地ネットワーク（個別目標6）、統合的な資源管理（個別目標9））に反映されている。それは、SDGs 6.5の「あらゆるレベルでの統合的な水資源管理を実施する」にも結びついている。生物多様性に関する愛知目標の目標1では、「生物多様性の価値およびそれを保全し持続可能に利用するために取り得る行動を、人々が認識する」ことが求められており、これらの目標は、ラムサール条約戦略計画の湿地の恩恵の文書化、普及、主流化に関する個別目標11と個別目標16に反映されている。

ラムサール条約の仕組みを利用して、課題を特定し対処する

ラムサール条約湿地の生態学的特徴が、人間の行為により低下した(あるいは低下する可能性が高い)場合、条約は幅広い対応を奨励している。第3.2条では、問題を事務局に「遅滞なく通知する」よう締約国に求めている。まだ確認を要するものの、2017年12月までに164カ所のラムサール条約湿地に関する通知があり、さらに別の70カ所の条約湿地について第三者から事務局に通知があった(ラムサール条約事務局 2018)。

1990年、締約国により「モントルーレコード」が定められ、優先的な保全措置を必要とする登録湿地に焦点が当てられている。その目的は、財政メカニズムの下でラムサール諮問調査団(RAM)の適用と資源の配分を導くことによって、締約国がラムサール条約登録湿地が直面する脅威を解決するのを支援することである。モントルーレコードに掲載されたラムサール条約登録湿地の数は、過去6年間ほぼ一定(49湿地)であり、2015年に1カ所が外されたのみである。締約国はかつてほどモントルーレコードを活用してい

ないが、2017年には2つの登録湿地がモントルーレコードに追加されている。対照的に、RAMは依然として活発に利用されており、2008年以降毎年少なくとも1件は実施されている。

RAMは専門的な支援の仕組みであり、締約国はこれを通じて、ラムサール条約登録湿地の生態学的特徴に対する脅威や、関連する湿地の課題への対処法について、専門家の助言を要請できる。一般的には、多国籍の多分野にわたる専門家による小規模なチームが現地を訪問して、問題を評価し、ステークホルダーの意見を聞き、報告書と勧告を作成する。この仕組みが1990年に定められて以降、80件を上回るRAMが実施された。RAMの活用状況は、地域によって大きく異なる。



© Helder Santana

経済的・財政的インセンティブを活用する

湿地の再生と管理のコストと恩恵を公平に配分することは、賢明な利用を達成する上で不可欠である。これには幅広い経済的手段が役に立つ (IPBES 2018)。

国によっては、規制による管理を補うために、生態系サービスへの支払いを活用して湿地の保全と賢明な利用を奨励している (Ingramほか 2014)。土地の所有者や管理者は、環境的に有益な行動に対して補償を受ける。米国の「湿地保全プログラム (現在は、農業保全地役権プログラム)」では、農家による湿地の再生と保全に対して資金援助しており、援助額は取組の期間による。1992～2013年の間に、約110万ヘクタールが登録され、投資額は45億米ドルに及んでいる。ミシシッピ沖積平野の場合、再生にむけた政府による資金援助の額が、生態系サービスの推定評価額を1年以内で上回った (Jenkinsほか 2010)。

保全と賢明な利用を奨励する税規定により、税法は行動に影響を与えることができる。オーストラリアでは、土地所有者が保全契約に合意し、ある場所の自然の価値を保護・向上する取組をする場合、税の軽減措置を受けることができる (オーストラリア政府環境・エネルギー省)。南アフリカも近年、同様

の法律を採用した (Box 4.4)。米国では、土地所有者が、土地トラスト団体と同様の主体の保全地役権に寄付する (土地が自然の状態を維持できるようにする) と、税法上の優遇措置を受けることができる。

負の影響をもたらすインセンティブを改めたり、プラスになるインセンティブを導入したりすることも、もう1つの重要な対応策である。例えば、農業に対する補助金や価格支援は、湿地の転用や汚染の増加を促しうる。米国で1985年に制定された食料安全保障法は、負の影響をもたらすインセンティブを撤廃することで湿地の消失を抑制可能であると例証するものである。食料安全保障法の下では、湿地に排水を流したり改変を加えたりした農家は、融資、保険料に対する補助、価格や所得への支援などの政府からの恩恵を受け取る資格がなくなる。米国の政策が湿地に与えた影響を表4.2に数値化して示している。

表4.2
米国の農業部門における湿地の損失と利得。Frayerほか 1983、Dahl & Johnson 1991、Dahl 2000、2006、2011のデータから適用した。

年	湿地の損失 (平均)	湿地の利得 (平均)
1950年代～1970年代	161,251.2 ha/年	
1970年代中盤～1980年代中盤	63,373.8 ha/年	
1986年～1997年	6,155.3 ha/年	
1998年～2004年		4,773.3 ha/年
2004年～2009年		8,994.8 ha/年

Box 4.4

南アフリカにおける生物多様性保全のための優遇税制

2015年、バードライフ南アフリカは、所有地を保護区にすると宣言した土地所有者に向けた生物多様性保全のための優遇税制を検証する「フィスカル・ベネフィット・プロジェクト」を開始した。同プロジェクトの影響により、新たな優遇税制が国の法律に導入された。土地所有者は、自然保護区または国

立公園として公式に保護する土地の価格に基づいて、減税を請求できるようになった。2016年には、生物多様性保全のための税の優遇措置が、重要自然環境 (IBA) の土地所有者に対して初めて付与された。

出典：バードライフ・インターナショナル・アフリカ (2017)

湿地の再生への 政府の投資を維持・増大する

世界中で湿地の状態がよくないことを考えると、政府による資金援助の1つの重要な役割は、湿地の再生の支援にあるといえる。すべてのラムサール条約地域において意欲的なプロジェクトが行われている。その例としては、南アフリカの「ワーキング・フォー・ウォーター・プログラム」、中国における湿地公園の建設(Wangほか 2012)、ベラルーシにおける泥炭地の復元(GEF 2016)、ニュージーランドにおけるアラワイ・カカリキ湿原の再生プログラム(Macdonald & Robertson 2017)、米国におけるエバークレーズ湿原の再生の試み(National Academies of Science, Engineering, and Medicine 2016)などがある。



© Firpo Lacoste

湿地への投資を拡大する

湿地が社会にもたらす幅広い恩恵は、さまざまなセクターからの投資を刺激しうる。湿地を単体または伝統的なグレーインフラストラクチャー(グレーインフラ)との組み合わせで、費用対効果の高い自然インフラとして活用することは、さまざまな出資者のほか、政府や民間の投資家から新たに資金を獲得する強力な論拠となっている。

産業界との関わりと対話を増やす

持続可能な開発目標とパリ協定を実行に移すための産業界のコミットメントは、活発な協調と関わりによってますます強化されている。持続可能な開発のための世界経済人会議によるアクション2020アジェンダなどのイニシアティブは、湿地などの自然資本の保護に投資する必要性と、これを日々の実践にいかに関わり込むかを、産業界が理解するのに役立っている。産業界は、企業の社会的責任(CSR)投資を通じて、湿地の保全を支援する可能性がある。2011年にダノンが設立したライブリフッド・カーボン・投資ファンド(生活炭素投資基金)は、セネガルのカサマン地域とシヌ・サルム地域における世界最大のマングローブ林の再生プロジェクトを支援し、7900本のマングローブが1ヘクタールに移植された。同プロジェクトは、投資家による炭素排出を相殺する民間の炭素クレジットを提供している(Livelihoods Funds, Giraud & Hemerick 2013)。

Box 4.5

災害リスクを軽減し、コミュニティの回復力を高める

自然インフラを再生することは、災害リスクの軽減に役立つ。オランダでは、「ルーム・フォー・ザ・リバー」イニシアティブの一環として、洪水の影響を軽減するために、アイセル川、ライン川、レック川、ワール川の自然の氾濫原を再生した。タイ南部におけるマングローブ林による暴風雨からの防御効果は、1ヘクタール当たり10821米ドルに相当すると見積もられている。ラムサール条約湿地であるクラビ川河口域では、沿岸の脆弱な地域社会を熱帯暴風雨から守り、海面上昇の影響を小さくするため

に、マングローブ林の再生が行われている。同様に、中国湖北省では、洪水の影響を軽減するために湖沼や沼地を長江に再びつなげている。湿地の再生は、魚業資源の増加と水質の向上を地域コミュニティにもたらした。また、インドネシアでは、2015～2016年に、泥炭地の劣化と排水が、エルニーニョ・南方振動による干ばつと相まって、壊滅的な火災を引き起こした。この対応策として、インドネシアは200万ヘクタールの泥炭地の再生に取り組んだ(Kumarほか 2017b)。

持続可能な生産・消費行動を促す

エコ・マークとエコ認証の取組はどれも、消費者が湿地の保全と賢明な利用のためになるよう行動を変えるのに役立つ。持続可能な方法で製造されたことを示すエコ・マークやエコ認証の付いた商品の購入を消費者が選択することで、持続可能な事業にむけた市場インセンティブが生み出される。湿地関連では、例えばバミュダを拠点とする保険会社XLカトリンは、ザ・ネイチャー・コンサーバンシーと連携して、海岸線を保護する塩性沼沢地、海草藻場、サンゴ礁、マングローブ林に焦点を当てた「ブルー・カーボン・クレジットを開発した (Chasan 2018)。持続可能なパーム油のための円卓会議や

森林管理協議会の他、牛肉や大豆などを対象としているその他の認証団体では、湿地などの保全価値の高いエリアへの損害を防ぐ基準を保持している (Abellほか 2015)。

ラムサール条約戦略計画では「資金およびその他の資源が利用可能になる」ことを目標に掲げ (個別目標 17)、生物多様性に関する愛知目標の目標 20は、「生物多様性戦略計画 2011-2020 の効果的な実施に向けて、あらゆる資金源からの」資金動員に言及している。

テラグロー (Terragr' Eau) バイオガス・ステーションは、エネルギーの提供元であるとともに、持続可能な農業を支援し、エビアン水源の保護に貢献することで、エビアンミネラルウォーターの長期的な品質を確保している。



Box 4.6

水資源保護に対する企業責任 (ウォーター・スチュワードシップ)

水資源に対する企業の関与とは、一連の企業の社会的責任プロジェクトを策定することのみを意味するのではなく、「水を採取すべきか否か」、「どれくらいの水を採取すべきか」、「誰が採取すべきか」といった問いかけをも含むものである。ウォーター・スチュワードシップとは、ウォーター・スチュワードシップ同盟 (AWS) により、「社会的に公平で、環境的に持続可能であり、かつ経済的に利益のある水の

利用で、現場や集水域を基盤とした行動をとまなう、ステークホルダーを内に取り込んだプロセスを通じて達成される」と定義されている。AWSは、「現場 (工場や敷地など)」と「集水域」の双方でウォーター・スチュワードシップに対処している民間企業、公的機関、その他の当事者にむけて、自主基準を設定している。

出典 : Newborne & Dalton (2016)

賢明な利用と市民参加を 幅広い規模の開発計画策定に取り入れる

グリーンインフラストラクチャー（グリーンインフラ）は、河川流域や沿岸域を含めた湿地計画における重要な要素である。ここでいうグリーンインフラとは、建造物である「グレーインフラに似た生態系サービスを提供する天然の湿地と半自然湿地である。計画策定者、技術者、意思決定者は、水資源管理において、時としてグレーインフラとの統合を通じて、ますますグリーンインフラ手法に頼っている（UNEP 2014b）。

川の流れの特性（水界生態系を持続するのに必要な水流の量、質およびタイミング）を環境的に再生することも、生態系サービスの維持と再生を可能にする（Yangほか 2016）。大規模な試みの例としては、マレー・ダーリング川流域（オーストラリア）やプーンチ川（パキスタン）が挙げられる（Hardwoodほか 2017）。

湿地管理と意思決定への市民参加は、成功の鍵を握る要素である。締約国の74%が、湿地に関する意思決定へステークホルダーの参加を促すとしており、64%は、ラムサール条約湿地の指定と管理に地元のステークホルダーを関与させている。これには地域コミュニティを基盤とする管理も含まれる。カンボジアでは2012年に、漁業権と規制を参加

型の地域コミュニティの漁場に譲渡した。地域内や近隣で暮らす住民を巻き込んで（Kimほか 2013）、貧困の改善と管理の向上を目的としている。ボランティアも湿地を支えている。2015年には、80万人のボランティアが、810万キログラムを上回るゴミを世界中の沿岸部から収集した（Ocean Conservancy 2016）。国によっては、政府が湿地関連の義務を確実に果たすよう市民が訴訟を起こしているところもある。インド最高裁判所は2017年に、公益訴訟の判決として、20万近い湿地の国家目録の作成を命じた（Balakrishnan v. Union of India 2017）。

ラムサール条約戦略計画では、賢明な利用（個別目標9）と主要部門の持続可能性の向上（個別目標13）を目標に掲げている。愛知目標の目標6には、「2020年までに、すべての魚類と無脊椎動物の資源および水生植物が持続的かつ法律に沿ってかつ生態系を基盤とするアプローチを適用して管理、収穫される」とある。

Box 4.7

インドネシアにおける地域住民による再生努力

1992年にインドネシアのフローレス島沖で発生した津波がヌサ・トゥンガラ島の北部を襲ったのち、村々の海岸線が最大100メートルも浸食され、何千人という沿岸の住人が高潮、津波、台風、海水浸水による危険にさらされている。インフラと農地が海水にさらされ、経済発展が脅かされている。国際湿地保全連合は、地元の地域コミュニティ、政府、NGO、研究者との長期的な取組を開始して、生態系の再生を通じて地域社会の強靱化を進めている。タリブラ村では、地域コミュニティが、竹、材木、

ヤシ繊維、砂袋、ココヤシ葉などの地元で採れる素材から180メートルの半透過性のダムを建設した。地域コミュニティでは、この手法の改善が続いている。このダムは身の回りの素材で造ることができ、浸食の軽減に効果的であり、堆積物を年間4.5～6.5センチメートル捕捉した。8ヵ月後には、マングローブが再生し始め、魚、エビ、鳥の増加が認められた。2013年には6千本のマングローブを再び植えて、防波堤と生計の糧を得ている。

出典：ラムサール条約事務局 <https://tinyurl.com/jcu3r4g>

多様な視点を湿地管理に取り入れる

湿地保全と賢明な利用に向けた課題を解決するには、ハードサイエンスから伝統的知識まで幅広い意見と専門性を活用する必要がある。成功する湿地管理とは、一般的に大多数の市民に支持されているものである。しかし、支持はふつう、理解と関与があつて初めて得られるものである。これは、参加型アプローチの活用と多くのさまざまな権利者・ステークホルダーの関与が必要であることを意味する。なかでも重要なのは、関連する意見がすべて確実に聴取されるようにすることである。

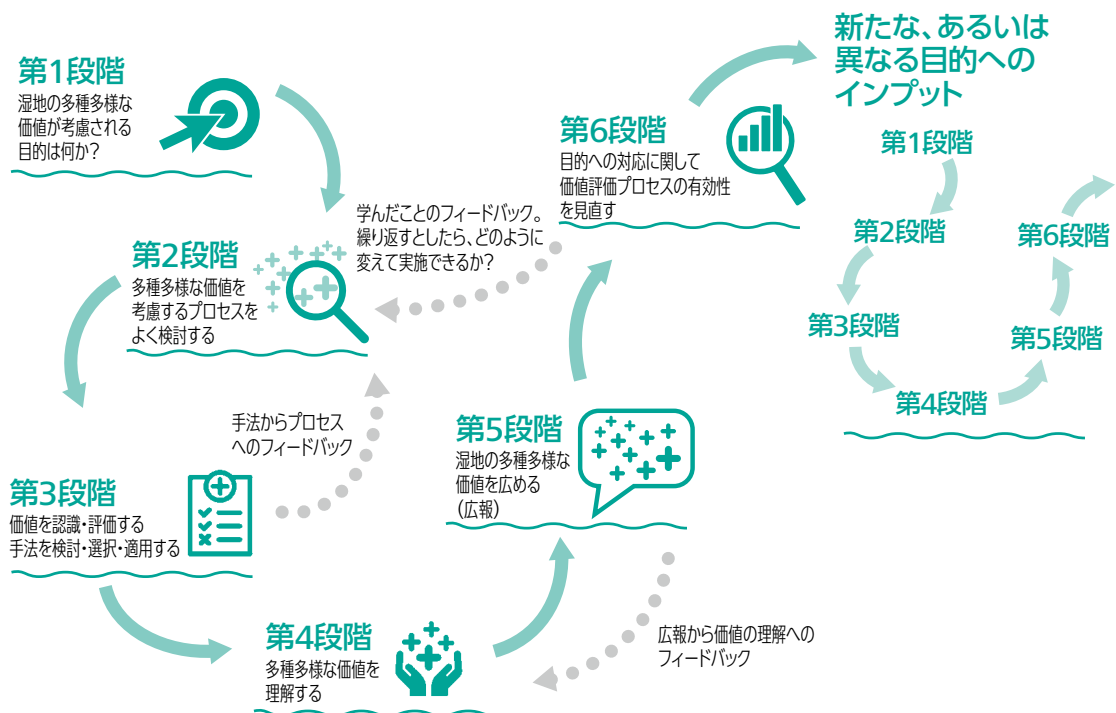
先住民と地元の知識・必要性・意見を湿地管理に取り入れることの重要性は、ラムサール条約の関連では以前から認識されている(ラムサール条約事務局 2010c, Thaman ほか 2013)。先住民と現地の地域コミュニティからの知識が管理の際に確実に考慮されるように、公式なプロセスとパートナーシップを有している国もある。オーストラリアでは、アボリジニの地域社会が、湿地の健全性と文化的重要性を水路の評価を通じて測定している。各州の水資源局は、この情報を環境面での水資源管理に活用する

ことが期待されている。

湿地は、生計支援を通じた所得創出から、文化的結びつきや精神的な充足まで、多種多様な価値を有している。政策立案者は、すべての価値を認識することで、狭い範囲に目をむけるのではなく、湿地の恩恵を最大限に活用することができる(Kumar ほか 2017a)。湿地の多種多様な価値と、その人々への貢献は、図 4.6 に示す 6 段階の連続的な流れで評価できる。

自然と社会との関係についての世界観は多様であるため、湿地の認識の仕方もさまざまであり、対立することもしばしばある。意思決定者と市民社会が湿地の価値を理解し、ひいては湿地の保全と賢明な利用を支援するようにするためには、効果的なコミュニケーションと働きかけが最重要課題である。ラムサール条約の CEPA 行動計画(コミュニケーション、能力養成、教育、参加、普及啓発)は、より広範な景観計画と持続可能な開発、そして湿地に関する意思決定の長期的な影響という文脈において、意思決定者が湿地を理解するのを助ける枠組を提供している。

図 4.6
湿地の多種多様な価値を認識する(「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム」(IPBES)の分析を適用)



賢明な利用を支持するための 国家湿地目録の更新と改善

国家湿地目録は、管理と政策立案に必要とされる中心的な情報を提供するものである。更新・改善された目録は、各国が再生の必要な湿地の優先順位づけをし、それに沿って管理をするのに役立つ。目録は、政策と法的・規制の仕組の有効性を評価する基準値を設定する。また、2018年からは、SDGs 6.6.1の進捗状況を追跡する目的でも活用される(17ページを参照)。2002年以降、包括的な国家湿地目録の作成に着手する国の数は着実に増えており、2018年までに44%の締約国が目録の完成を報告し、29%が作成中である。図4.7に示すように、目録の割合が最も高いのは北米(67%)とヨーロッパ(62%)で、アジア(30%)は最低である。

地球観測システムの効果的な利用

人工衛星を利用したリモートセンシング(地球観測として知られる)は、湿地の目録作成、評価、モニ

タリングに革命的な変化をもたらした(Davidson & Finlayson 2007)。とりわけ、近年の性能の進歩、特に全世界の規則的かつ高頻度の衛星観測が高空間分解能で利用可能になったことによって、季節的かつ断続的に浸水する地域の変化をよりよく把握できるようになった。これは、湿地生態系の健全性を評価するのに不可欠である(Rebello & Finlayson 2018)。たとえば、グローバル・マングローブ・ウォッチは、2017年後半までに、1996年、2007年、2008年、2009年、2010年、2015年、2016年の世界のマングローブ林の範囲を、対応する変化とともに地図で示している。2018年からは、年ごとの予測の地図を見ることができる。(http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kyoto/mangrovewatch.htm)。

図4.8

1996年～2007年に観察された、ギニアビサウにおけるマングローブ林の再生(1996年時点のマングローブ林は緑色、1996年～2007年に増えたところは青色で示されている)。

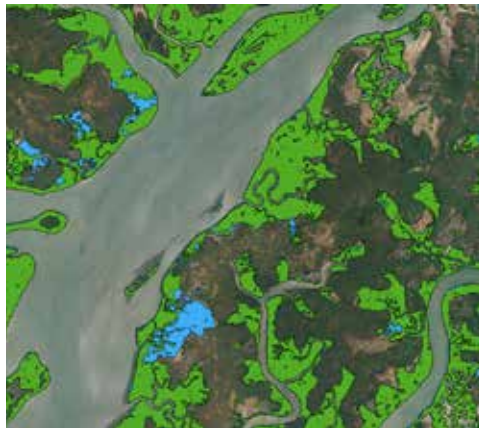


図4.9

インドネシアの東カリマンタン州では、20年間でマングローブ林の減少が見られる。1996年のマングローブ林を赤色、2007年を黄色、2016年を緑色で示している。

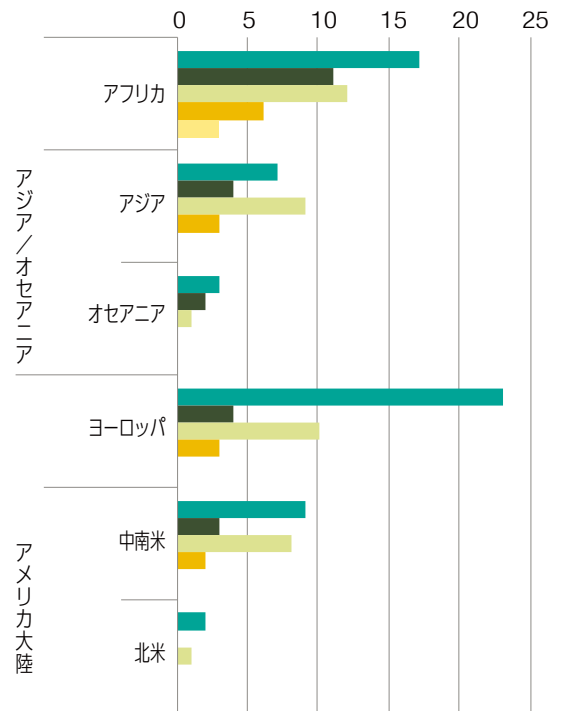


図4.7

国別湿地目録

■ ある ■ 計画中
■ ない ■ 回答なし
■ 作成中

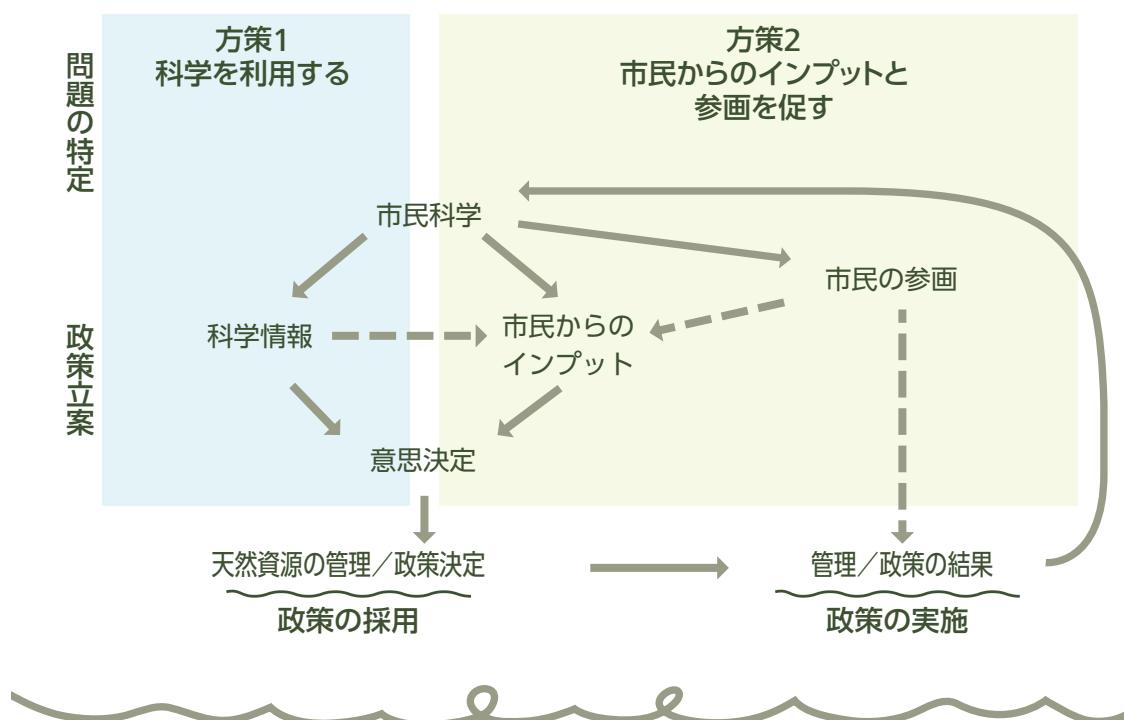
市民科学を大いに活用する

湿地管理と政策立案のために必要とされる知識すべてが、コスト集約的で高度なモニタリングを求めているわけではない。技術の進歩につれて、ボランティアの活用による費用対効果の高いデータの収集(市民科学とも呼ばれる)が、ますます実現可能になってきており(Tullochほか 2013)、情報格差への対処に幅広い選択肢を提供している(McKinleyほか 2017)。水鳥の状態と傾向に関して知られていることの多くは、70年間のボランティア活動による国際水鳥センサス

を介した市民科学のモニタリングの有効活用によるところが大きい(Amanoほか 2018)。近年の市民科学の活用事例としては、タンザニアの河川のクラウドソーシングによる水文モニタリング(Swiss Agency for Development and Cooperation 2017)、中国の黄浦江水系における富栄養化の要因の特定(Zhangほか 2017)、米国北東部に発生する季節性の池のマッピングと評価(McGreavyほか 2016)が挙げられる。

図4.10

市民科学は、「政策サイクル」のさまざまな段階で、政策の策定と実施に情報を提供できる。
出典：McKinleyほか(2017)



ケーススタディ：アフリカ・ユーラシア渡り性水鳥保全協定を通じた保全状態の評価

現場でのモニタリングと保全の行動は、水鳥の状態の改善につながりうる。

アフリカ・ユーラシア渡り性水鳥保全協定(AEWA)の地域を通じて、555ある生物地理学的水鳥個体群の多くにおいて、保全状態が時に急速に悪化し続けている。ラムサール条約の締約国が少ない地域や、水鳥の状態に関する知識が乏しいところほど

悪化は著しい。逆に、保全措置が講じられ、主要な地区が保護され、利用が十分に管理されているところでは、状態は改善している。ボランティアのバードウォッチャーによる優れたモニタリングのおかげで、より多くの保護区が指定されて、水鳥のよりよい保全につながっている。

出典：Nagyほか(2015)



5. 結論

我々の分析からは、世界中で湿地が深刻な状態にあり、面積の縮小と質の低下が進み、高まる圧力の下にあることが示されている。だが幸いなことに、世界にはまだ広大な湿地保護区があり、そこからもたらされる多くの生態系サービスから恩恵を受けている。ラムサール条約の戦略計画は、さまざまな将来にむけた設計図を示している。そこでは、湿地の保全と賢明な利用により、この悪化傾向が食い止められ、覆され、国連の持続可能な開発目標を達成するうえで湿地が重要な役割を果たすよう保証するものである。

将来にむけて

世界的に湿地は減少している

湿地は質的にも量的にも低下し続けており、生物多様性に短期的・長期的な影響を及ぼし、生態系サービスの減少により、食と水の安全性の低下などを通じ人間の暮らしへ負の結果をもたらす。ラムサール条約には、世界的な低下を食い止め覆すための各国の努力を支えるガイダンスと枠組を示している。

湿地はまだ残っている

世界にはまだ湿地が残されており、食料・淡水の供給、炭素の固定、防災から、もっと目に見えない美的・精神的価値まで、生態系サービスの観点から人類に多大な恩恵をもたらしている。効果的な湿地の管理と再生を通じてこれらの恩恵を持続・拡大することで、人類は継続的に恩恵を得られるだろう。

湿地の質は低下している

広範囲に及ぶ湿地の劣化にともない、また対応の一部として、政治の領域全体と社会のあらゆるセクターで、これらの生態系サービスについての認識が高まっている。ラムサール条約では、社会のより幅広いセクターと関わり、持続可能な開発を支持し湿地の将来的な低下を防ぐための国際的なイニシアティブに貢献するよう、積極的な手段を講じている。

持続可能な開発目標の役割

持続可能な開発目標は、湿地の安全保障に対処するための便利でタイムリーな枠組を提供しており、生物多様性条約の愛知目標、国連気候変動枠組条約のパリ協定、国連砂漠化対処条約の土地の劣化の中立性などの、その他の世界的イニシアティブによって支持されている。これらのイニシアティブを通じた、さらなる協力と関連するプロセスの共同管理により、ラムサール条約の目標とビジョンを達成するためのさらなる道が拓かれる。

ラムサール条約の使命

ラムサール条約戦略計画では、効果的な湿地の保全と賢明な利用を達成するための明確な道筋が示されている。そこには、世界の湿地面積に関するモニタリング指標6.6.1に対する共同責任を通じた、持続可能な開発目標との公式な結びつきも含まれている。本書『世界湿地概況』は、この目標の達成に向けた重要なステップである。

パートナーとの協働

ラムサール条約は、今後も引き続き締約国を支援する。ラムサール諮問調査団、地域イニシアティブ、モントルーレコードの再活用を通じて、ラムサール条約湿地が深刻な圧力の下にあることを強調する。また、湿地の生態学的特徴を維持し、湿地がもたらす多種多様な生態系サービスから人類が恩恵を得られるように、湿地の賢明な利用に関する専門的なガイダンスを提供する。

6. 参考文献



- ABC. (2017). New Zealand's Whanganui River granted legal status as a person after 170-year battle. <http://www.abc.net.au/news/2017-03-16/nz-whanganui-river-gets-legal-status-as-person-after-170-years/8358434>
- Abell, R., Morgan, S.K. & Morgan, A.J. (2015). Taking high conservation value from forests to freshwaters. *Environmental Management*, 56(1), 1-10.
- Acreman, M.C., Fisher, J., Stratford, C.J., Mould, D.J. & Mountford, J.O. (2007). Hydrological science and wetland restoration: some case studies from Europe. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(1), 158-169.
- Adaman, F., Hakyemez, S. & Özkaynak, B. (2009). The political ecology of a Ramsar Site conservation failure: the case of Burdur Lake, Turkey. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(5), 783-800.
- Airoidi, L. & Beck, M.W. (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45, 345-405.
- Allen, D.J., Molur, S. & Daniel, B.A. (Compilers). (2010). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Himalaya*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN; Coimbatore, India: Zoo Outreach Organisation.
- Allen, D.J., Smith, K.G. & Darwall, W.R.T. (Compilers). (2012). *The status and distribution of freshwater biodiversity in Indo-Burma*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN.
- Amano, T., Székely, T., Sandel, B., Nagy, S., Mundkur, T., et al. (2018). Successful conservation of global waterbird populations depends on effective governance. *Nature*, 553, 199-202.
- Anderson, L.G., Rocliffe, S., Haddaway, N.R. & Dunn, A.M. (2015). The role of tourism and recreation in the spread of non-native species: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(10), e0140833.
- Arias-Estévez, M., López-Periágo, E., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J., Mejuto, J.C. & García-Río, L. (2008). The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(4), 247-260.
- Australian Government, Department of Environment and Energy. Conservation covenants. <https://www.environment.gov.au/topics/biodiversity/biodiversity-conservation/conservation-covenants>
- Baker, A.C., Glynn, P.W. & Riegl, B. (2008). Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(4), 435-471.
- Balakrishnan v. Union of India (2017). (Supreme Court of India).
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C. & Silliman, B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193.
- Barker, N.H.L. & Roberts, C.M. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, 120(4), 481-489.
- Bartley, D.M., De Graaf, G.J., Valbo-Jørgensen, J. & Marmulla, G. (2015). Inland capture fisheries: status and data issues. *Fisheries Management and Ecology*, 22, 71-77.
- Batker, D., de la Torre, I., Costanza, R., Swedeen, P., Day, J., et al. (2010). *Gaining ground. Wetlands, hurricanes and the economy: the value of restoring the Mississippi River Delta*. Tacoma, Washington: Earth Economics.
- Beaman, J., Bergeron, C., Benson, R., Cook, A.M., Gallagher, K., et al. (2016). State of the Science White Paper. A summary of literature on the chemical toxicity of plastics pollution to aquatic life and aquatic-dependent wildlife. Report EPA-822-R-16-009. Washington, DC: Environmental Protection Agency.
- Bedford, B.L., Walbridge, M.R. & Aldous, A. (1999). Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate North American wetlands. *Ecology*, 80, 2151-2169.
- Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G. & Colmer, T.D. (2009). Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123, 349-360.
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. & Lansdown, R.V. (2011). *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- BirdLife International. (2015). *Report by BirdLife International to the Ramsar Convention on wetland indicators*. Cambridge, UK.
- BirdLife International. (2015a). *European Red List of Birds*. Luxembourg: Office of Official Publications of the European Communities.
- BirdLife International Africa. (2017). South Africa gets first biodiversity tax incentive. <http://www.birdlife.org/africa/news/south-africa-gets-first-biodiversity-tax-incentive>
- BirdLife International. (2018). *State of the world's birds: taking the pulse of the planet*. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Blann, K.L., Anderson, J., Sands, G.R. & Vondracek, B. (2009). Effects of agricultural drainage on aquatic ecosystems: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39, 909-1001.
- Bonells, M. (2012). Private nature reserves: an innovative wetland protection mechanism to fill in the gaps left by the SWANCC and Rapanos rulings. *Environ*, 36(3), 1-34.
- Brander, L.M., Florax, J.G.M. & Vermaat, J.E. (2006). The empirics of wetland valuation: a comprehensive summary and meta-analysis of the literature. *Environmental and Resource Economics*, 33, 223-250.
- Brimblecombe, P. (2011). *The big smoke: a history of air pollution in London since medieval times*. London: Routledge.
- Brouwer, R., Langford, I.H., Bateman, I.J. & Turner, R.K. (1999). A meta-analysis of wetland contingent valuation studies. *Regional Environmental Change*, 1, 47-57.
- Bullock, A. & Acreman, M. (2003). The role of wetlands in the hydrologic cycle. *Hydrology and Earth System Science*, 7, 358-389.
- Bundschuh, J., Litter, M.I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H.B., et al. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2-35.
- Bünemann, E.K., Schwenke, G. & Van Zwieten, L. (2006). Impacts of agricultural impacts on soil organisms – a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44(4), 379-406.
- Bush, E.R., Short, R.E., Milner-Gulland, E.J., Lennox, K., Samoilys, M. & Hill, N. (2017). Mosquito net use in an artisanal East African fishery. *Conservation Letters*, 10(4), 451-459.
- Butchart, S.H., Akçakaya, H.R., Chanson, J., Baillie, J.E.M., Collen, B., et al. (2007). Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE*, 2(1), e140.
- Carandang, A.P. (2012). Assessment of the contribution of forestry to poverty alleviation in the Philippines. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. *Making forestry work for the poor: Assessment of the contribution of forestry to poverty alleviation in Asia and the Pacific*. pp. 267-292. RAP Publication 2012/06. Bangkok: FAO.
- Carpenter, K.E., Abrar, M., Aeby, G., Aronson, R.B., Banks, S., et al. (2008). One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science*, 321, 560-563.
- Carrizo, S.F., Jähnig, S.C., Bremerich, V., Freyhof, J., Harrison, I., et al. (2017). Freshwater megafauna: flagships for freshwater biodiversity under threat. *Bioscience*, 67(10), 919-927.
- Chasan, E. (2018). Insurer to invest in coastal wetlands to mitigate storm damages. Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-11/insurer-to-invest-in-coastal-wetlands-to-mitigate-storm-damages> Accessed 12 May 2018.
- Chuang, Y., Yang, H. & Lin, H. (2009). Effects of thermal discharge from a nuclear power plant on phytoplankton and periphyton in sub-tropical coastal waters. *Journal of Sea Research*, 61, 197-205.
- Clausnitzer, V., Kalkman, V.J., Ram, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., et al. (2009). Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation*, 142(8), 1864-1869.
- Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., et al. (2014). Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 40-51.
- Comeros-Raynal, M.T., Choat, J.H., Polidoro, B.A., Clements, K.D., Abesamis, R., et al. (2012). The likelihood of extinction of iconic and dominant herbivores and detritivores of coral reefs: the parrotfishes and surgeonfishes. *PLoS ONE*, 7(7): e39825.

- Convention on Biological Diversity (CBD) & Ramsar Convention. (2006). Guidelines for the rapid ecological assessment of biodiversity in inland water, coastal and marine areas. Montreal: CBD Technical Series no. 22 and Ramsar Technical Report no. 1.
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2010). *Decision X/2: The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets*. Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. Retrieved from <https://www.cbd.int/sp/default.shtml>
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Montreal.
- Cormier-Salem, M.-C. (2014). Participatory governance of Marine Protected Areas: a political challenge, an ethical imperative, different trajectories. *S.A.P.I.E.N.S.*, 7(2).
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S.J., et al. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158.
- Craft, C.B. & Richardson C.J. (1993). Peat accretion and N, P, and organic C accumulation in nutrient-enriched and unenriched Everglades peatlands. *Ecological Applications*, 3, 446-458.
- Craig, L.S., Olden, J.D., Arthington, A.H., Entekin, S., Hawkins, C.P., et al. (2017). Meeting the challenge of interacting threats in freshwater systems: a call to scientists and managers. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 5, 72. DOI <http://doi.org/10.1525/elementa.256>.
- Cronk, J.K. & Fennessy, M.S. (2001). *Wetland Plants: Biology and Ecology*. Boca Raton, FL: CRC Press/Lewis Publishers.
- Cuttelod, A., Seddon, M. & Neubert, E. (2011). *European Red List of Non-marine Molluscs*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dahl, T.E. (2000). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 1986 to 1997*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. (2006). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 1998 to 2004*. U.S. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. (2011). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 2004 to 2009*. U.S. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. & Johnson, C.E. (1991). *Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States, Mid-1970s to Mid-1980s*. Washington, DC: Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Daly-Hassen, H. (2017). *Valeur économique des services écosystémiques du Parc National de l'Ichkeul, Tunisie*. Gland, Switzerland & Malaga, Spain: IUCN. Retrieved from http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/valeur_economique_ichkeul_f.pdf
- Darwall, W.R.T., Smith, K.G., Allen, D.J., Holland, R.A., Harrison, I.J. & Brooks, E.G.E. (eds). (2011). *The Diversity of Life in African Freshwaters: Under Water, Under Threat. An analysis of the status and distribution of freshwater species throughout mainland Africa*. Cambridge, United Kingdom & Gland, Switzerland: IUCN.
- Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941.
- Davidson, N.C. (2017). Wetland losses and the status of wetland-dependent species. In C.M. Finlayson, N. Davidson, G.R. Milton & C. Crawford (eds). *The wetland book: distribution, description and conservation*. Dordrecht: Springer.
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2007). Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems*, 17(3), 219-228.
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetland. *Marine & Freshwater Research* (in press).
- Davidson, N.C., Fluet-Chouinard, E. & Finlayson, C.M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research* doi.org/10.1071/MF17019.
- Davidson, N.C., Laffoley, D. d'A., Doody, J.P., Way, L.S., Gordon, J., et al. (1991). *Nature conservation and estuaries in Great Britain*. Peterborough: Nature Conservancy Council.
- Davies, J., Hill, R., Walsh, F.J., Sandford, M., Smyth, D. & Holmes, M.C. (2013). Innovation in management plans for community conserved areas: experiences from Australian indigenous protected areas. *Ecology and Society*, 18(2), 14.
- Davies, T.W., Duffy, J.P., Bennie, J. & Gaston, K.J. (2014). The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(6), 347-355.
- De, A., Bose, R., Kumar, A. & Mozumdar, S. (2014). Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles. *Springer Briefs in Molecular Science*, pp. 5-6.
- de Fouw, J., Govers, L. L., van de Koppel, J., van Belzen, J., Dorigo, W., et al. (2016). Drought, mutualism breakdown, and landscape-scale degradation of seagrass beds. *Current Biology*, 26(8), 1051-1056.
- de Grave, S., Smith, K., Adeler, N.A., Allen, D., Alvarez, F., et al. (2015). Dead shrimp blues: a global assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea. *PLOS One* doi.org/10.1371/journal.pone.0120198
- De Groot, R.S., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., et al. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50-61.
- de Guenni, L.B., Cardoso, M., Goldammer, J., Hurtt, G., Mata, L.J., et al. (2005). Regulation of Natural Hazards: Floods and Fires. In: *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. pp.441-454.
<http://www.unep.org/maweb/documents/document.285.aspx.pdf>.
- Dee, L.E., Horii, S.S. & Thornhill, D.J. (2014). Conservation and management of ornamental coral reef wildlife: successes, shortcomings, and future directions. *Biological Conservation*, 169, 225-237.
- Delucchi, M.A. (2010). Impacts of biofuels on climate change, water use, and land use. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 28-45.
- Department of the Environment. (2016). Wetlands and Indigenous values. Australian Government, Department of the Environment. [Online.] <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b04e5e2a-4256-4548-974e-00f7d84670a9/files/factsheet-wetlands-indigenous-values.pdf>.
- Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C. & Walpole, M.J. (2016). Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. *Biological Conservation*, 193, 27-35.
- Dodds, W.K., Perkin, J.S. & Gerken, J.E. (2013). Human impact on freshwater ecosystem services: a global perspective. *Environmental Science and Technology*, 47(16), DOI10.1021/es4021052.
- Dymond, J.R., Ausseil, A.E., Peltzer, D.A. & Herzig, A. (2014). Conditions and trends of ecosystem services in New Zealand—a synopsis. *Solutions*, 5(6), 38-45.
- Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D., Willis, T.J., Kininmonth, S., Baker, S.C., et al. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506, 216-220.
- Edwards, P. (2014). Aquaculture environment interaction: past, present and likely future trends. *Aquaculture*, 447, 2-14.
- EEA. (2014). *Progress in management of contaminated sites*. Copenhagen: European Environment Agency.
- EEA. (2015). *European environment — state and outlook 2015: Assessment of global megatrends*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Eherenfeld, J. (2003). Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6, 503-513.
- Elder, J.F., Rybicki, N.B., Carter, V. & Weintraub, V. (2000). Sources and yields of dissolved carbon in Northern Wisconsin stream catchments with differing amounts of peatland. *Wetlands*, 20, 113-125.
- Erickson, J.E., Peresta, G. Montovan, K.J. & Drake, B.G. (2013). Direct and indirect effects of elevated atmospheric CO₂ on net ecosystem production in a Chesapeake Bay tidal wetland. *Global Change Biology*, 19, 3368-3378.

- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., et al. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, 77, 177-182.
- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., et al. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS one*, 9(12), p.e111913.
- Eriksson, B.K., van der Heide, T., van de Koppel, J., Piersma, T., van der Veer, H.W., & Olff, H. (2010). Major changes in the ecology of the Wadden Sea: human impacts, ecosystem engineering and sediment dynamics. *Ecosystems*, 13, 752-764.
- Erwin, K. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management*, 17, 71-84.
- European Commission. (2012). *Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources*. Brussels, Belgium: European Commission.
- European Commission. (2013). Report of the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2008-2011. Brussels, Belgium: European Commission.
- European Commission. (2017). Biofuels. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels>
- Ewers Lewis, C.J., Carnell, P.E., Sanderman, J., Baldock, J.A. & Macreadie, P.I. (2018). Variability and vulnerability of coastal "blue carbon" stocks: A case study from Southeast Australia. *Ecosystems*, 21, 263-279.
- Fabrizius, K.E. (2005). Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 50(2), 125-146.
- Famiglietti, J.S. (2014). The global groundwater crisis. *Nature Climate Change*, 4, 945-948.
- FAO. (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Rome and London: Food and Agriculture Organization of the United Nations, and Earthscan.
- FAO. (2014). *The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2015). *World fertilizer trends and outlooks to 2018*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2016a). *Global Forest Resource Assessment (GFRA) summary 2015*. Rome: Food & Agriculture Organisation.
- FAO. (2016b). *The state of world fisheries and aquaculture 2016*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- FAO & ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Rome: Food and Agriculture Organization and Intergovernmental Technical Panel on Soils.
- FAO–AquaStat Dams Database. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm>
- FAO Fishstat database. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/en>
- FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>).
- Faulkner, S. (2004). Urbanization impacts on the structure and function of forested wetlands. *Urban Ecosystems*, 7(2), 89-106.
- Finlayson, C.M. (2017). Climate change and wetlands. In C.M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R.J. McInnes, B.A. Middleton, et al. (eds) *The Wetland Book*. Springer.
- Finlayson, C.M., Capon, S.J., Rissik, D., Pittock, J., Fisk, G., et al. (2017). Adapting policy and management for the conservation of important wetlands under a changing climate. *Marine and Freshwater Research*, 68, 1803-1815.
- Finlayson, C.M., Clarke, S.J., Davidson, N.C. & Gell, P. (2016). Role of palaeoecology in describing the ecological character of wetlands. *Marine and Freshwater Research*, 67(6), 687-694.
- Finlayson, C.M., Davidson, N., Pritchard, D., Milton, G.R. & MacKay, H. (2011). The Ramsar Convention and ecosystem-based approaches to the wise use and sustainable development of wetlands. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 14, 176-198.
- Finlayson, C.M., de Groot, R.S., Hughes, F.M.R. & Sullivan, C.A. (2018). Freshwater ecosystem services and functions. In J.M.R. Hughes (ed). *Freshwater Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford: Oxford University Press. (in press).
- Flury, M. (1996). Experimental evidence of transport of pesticides through field soils—a review. *Journal of Environmental Quality*, 25(1), 25-45.
- Frazer, W.E., Monahan, T.J., Bowden, D.C. & Graybill, F.A. (1983). Status and trends of wetlands and deepwater habitats in the conterminous United States, 1950s to 1970s. Fort Collins: Colorado State University.
- Free, C.M., Jensen, O.P., Mason, S.A. Eriksen, M., Williamson, N.J. & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85, 156-163.
- Freyhof, J. & Brooks, E. (2011). *European Red List of Freshwater Fishes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Froend, R.H., Horwitz, P. & Sommer, B. (2016). Groundwater dependent Wetlands. In: Finlayson C.M., Milton G., Prentice R. & Davidson N. (eds.) *The Wetland Book*. Dordrecht, Springer.
- Garcia, N., Harrison, I., Cox, N. & Tognelli, M.F. (eds.) (2008). *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Arabian Peninsula*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Arlington, US: IUCN
- García Criado, M., Väre, H., Nieto, A., Bento Elias, R., Dyer, R., et al. (2017). *European Red List of lycopods and ferns*. Brussels, Belgium: IUCN.
- García-Moreno, J., Harrison, I.J., Dudgeon, D., Clausnitzer, V., Darwall, W., et al. (2015). Sustaining freshwater biodiversity in the Anthropocene. In: Bhaduri, A., Bogardi, J., Leentvaar, J. & Marx, S. (eds.) *The Global Water System in the Anthropocene*. Springer.
- Gardner, R.C., Bonells, M., Okuno, E. & Zarama, J.M. (2012). *Avoiding, mitigating, and compensating for loss and degradation of wetlands in national laws and policies*. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 3. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Gardner, R.C. & Connolly, K.D. (2007). The Ramsar Convention on wetlands: assessment of international designations within the United States. *Environmental Law Review*, 37, 10089-10113.
- Gardner, R.C., Connolly, K.D. & Bamba, A. (2009). African Wetlands of International Importance: assessment of benefits associated with designations under the Ramsar Convention. *Georgetown International Environmental Law Review*, 21(2), 257-294.
- Gardner, R.C. & Davidson, N.C. (2011). The Ramsar Convention. In B.A. LePage (ed). *Wetlands: integrating multidisciplinary concepts*. pp. 189-203. Dordrecht: Springer.
- Gardner, R.C. & Grobicki, A. (2016). Synergies between the Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat and other multilateral environmental agreements: possibilities and pitfalls. In UN Environment. *Understanding synergies and mainstreaming among the biodiversity related conventions: A special contributory volume by key biodiversity convention secretariats and scientific bodies*. pp. 54-67. Nairobi, Kenya: UN Environment.
- GEF. (2012). *Impacts of marine debris on biodiversity: current status and potential solutions*. Technical Series No. 67. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Scientific and Technical Advisory Panel-GEF.
- GEF. (2016). Belarus' degraded peatlands: a chance to become mires again. <https://www.thegef.org/news/belarus-degraded-peatlands-chance-become-mires-again>
- Genovesi, P., Carboneras, C., Vilà, M. & Walton, P. (2014). EU adopts innovative legislation on invasive species: a step towards a global response to biological invasions? *Biological Invasions*, 17(5), 1307-1311.
- Gevers, G.J.M., Koopmanschap, E.M.J., Irvine, K., Finlayson, C.M. & van Dam, A. (2016). Capacity development for wetland management. In C.M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R.J. McInnes, B.A. Middleton, et al. (eds.) *The Wetland Book I: Structure and Function, Management and Methods*. Dordrecht: Springer Publishers.
- Ghermandi, A., van den Bergh, J.C.J.M., Brander, L.M., de Groot, H.L.F. & Nunes, P.A.L.D. (2010). The values of natural and human-made wetlands: a meta-analysis. *Water Resources Research*, 46, W12516.
- Giosan, L., Syvitski, J., Constantinescu, S. & Day, J. (2014). Protect the world's deltas. *Nature*, 516,31-33.
- Giraud, B. & Hemerick, R. (2013). What if carbon was much more than just a funding mechanism? *Field Action Science Reports, Special Issue 7: Livelihoods*. Retrieved from <http://factsreports.revues.org/2106>.

- Global Mangrove Watch [source for table 2.2, figures 4.8 and 4.9 and text above figures] www.globalmangrovetwatch.org
- Goldberg, J., Marshall, N., Birtles, A., Case, P., Bohensky, E., et al. (2016). Climate change, the Great Barrier Reef and the response of Australians. *Palgrave Communications*. DOI: 10.1057/palcomms.2015.46.
- Golden, H., Sander, H.A., Lane, C.R., Zhao, C., Price, K., et al. (2016). Relative effects of geographically isolated wetlands on streamflow: a watershed-scale analysis. *Ecohydrology*, 9, 21–38.
- Gorham E. (1991). Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications*, 1, 182–195.
- Grant, G. (2012). *Ecosystem services come to town: greening cities by working with nature*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Green, P.A., Vörösmarty, C.J., Harrison, I., Farrell, T., Sáenz, L. & Fekete, B.M. (2015). Freshwater ecosystem services supporting humans: pivoting from water crisis to water solutions. *Global Environmental Change*, 34, 108–118. doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.06.007.
- Griffin, P.J. & Ali, S.H. (2014). Managing transboundary wetlands: the Ramsar Convention as a means of ecological diplomacy. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(3), 230–239.
- Groffman, P.M., Altabet, M.A., Böhlke, J.K., Butterbach-bahl, K., David, M.B., et al. (2012). Methods for measuring denitrification: diverse approaches to a difficult problem. *Ecological Applications*, 16, 2091–2122.
- Groffman, P.M., Butterbach-Bahl, K., Fulweiler, R.W., Gold, A.J., Morse, J.L., et al. (2009). Challenges to incorporating spatially and temporally explicit phenomena (hotspots and hot moments) in denitrification models. *Biogeochemistry*, 93, 49–77.
- Gupta, A. (2007). *Large rivers' geomorphology and management*. Chichester, UK: J. Wiley and Sons.
- Hader, H., Kumar, D. Smith, R.C. & Worrest, R.C. (2007). Effects of solar UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with climate change. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 6, 267–285.
- Hajkovicz, S.A., Cook, H. & Littleboy, A. (2012). *Our future world: global megatrends that will change the way we live. The 2012 Revision*. Australia: CSIRO.
- Hanley, M.E., Hoggart, S.P.G., Simmonds, D.J., Bichot, A., Colangelo, M.A., et al. (2014). Shifting sands? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes. *Coastal Engineering*, 87, 136–146.
- Hardwood, A., Johnson, S., Richter, B., Locke, A., Ye, X. & Tickner, D. (2017). *Listen to the river: lessons from a global review of environmental flow success stories*. Woking, UK: WWF-UK.
- Harrison, I.J. & Stiassny, M.L.J. (1999). The quiet crisis. In R.D.E. MacPhee and H.D. Sues (eds.). *Extinctions in near time: causes, contexts and consequences*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- HELCOM. (2017). First version of the 'State of the Baltic Sea' report – June 2017. Available at: <http://stateofthebalticsea.helcom.fi>
- Herbert, E.R., Boon, P., Burgin, A.J., Neubauer, S.C., Franklin, R.B., et al. (2015). A global perspective on wetland salinization: ecological consequences of a growing threat to freshwater wetlands. *Ecosphere*, 6(10), 1–43.
- Hertzman, T. & Larsson, T. (1999). *Lake Hornborga, Sweden: the return of a bird lake*. Wageningen, Netherlands: Wetlands International.
- Hipsey, M.R. & Arheimer, B. (2013). Challenges for water-quality research in the new IAHS decade on: Hydrology under societal and environmental change. In: *Understanding Freshwater Quality Problems in a Changing World*. Proceedings of H04, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden. IAHS Publ. 361: 17–30.
- Horwitz, P., Finlayson, M. & Weinstein, P. (2012). *Healthy wetlands, healthy people: a review of wetlands and human health interactions*. Ramsar Technical Report No. 6. Gland and Geneva, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands & The World Health Organization.
- Hough, P. & Robertson, M. (2009). Mitigation under Section 404 of the Clean Water Act: where it comes from, what it means. *Wetlands Ecology and Management*, 17(1), 15–33.
- House, J., Brovkin, V., Betts, R., et al. (2005). Climate and air quality. In: *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: current state and trends*. pp. 355–390. <http://www.unep.org/maweb/documents/document.282.aspx.pdf>
- Hubacek, K., Guan, D. & Barua, A. (2007). Changing lifestyles and consumption patterns in developing countries: a scenario analysis for China and India. *Futures*, 39(9), 1084–1096.
- IMF. (2002). Globalization: threat or opportunity? IMF Issues Brief, International Monetary Fund, Washington DC. Available at: <https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/041200to.htm>.
- Ingram, J.C., Wilkie, D., Clements, T., McNab, R.B., Nelson, F., et al. (2014). Evidence of payments for ecosystem services as a mechanism for supporting biodiversity conservation and rural livelihoods. *Ecosystem Services*, 7, 10–21.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Impacts, adaptation and vulnerability. Top-level findings from the Working Group II AR5 summary for policymakers.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2018). Summary for policymakers of the thematic assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: IPBES Secretariat.
- Islam, S.N. (2015). Inequality and environmental sustainability. UN. DESA Working Paper No. 145, ST/ESA/2015/DWP/145. New York: Department of Economic & Social Affairs, United Nations.
- IUCN. (1965). *List of European and North African Wetlands of International Importance*. IUCN Publications new series No. 5. Morges, Switzerland: IUCN.
- IUCN. (2016). *Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN. (2018). (Draft) *Guidelines for recognising and reporting other effective area-based conservation measures*. Version 1. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group. <https://iucn-mtsg.org/about/structure-role/red-list/>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., et al. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771.
- Janse, J.H., Kuiper, J.J., Weijters, M.J., Westerbeek, E.P., Jeuken, M.H.J.L., et al. (2015). GLOBIO-Aquatic, a global model of human impact on the biodiversity of inland aquatic ecosystems. *Environmental Science & Policy*, 48, 99–114.
- Jenkins, W.A., Murray, B.C., Kramer, R.A. & Faulkner, S.P. (2010). Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics*, 69, 1051–1061.
- Jones, J.I., Murphy, J.F., Collins, A.L., Sear, D.A., Naden, P.S. & Armitage, P.D. (2012). The impact of fine sediment on macro-invertebrates. *River Research and Applications*, 28(8), 1055–1071.
- Joosten, H. (2010). *The global peatland CO2 picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*. Ede, Netherlands: Wetlands International.
- Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J. & Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. In Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds.) *Peatland Restoration and Ecosystem Services*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Juffe-Bignoli, D., Harrison, I., Butchart, S.H.M., Flitcroft, R., Hermoso, V., et al. (2016). Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(S1), 133–151.
- Kadlec, R.H. & Wallace, S.E. (2008). *Treatment Wetlands*. London, CRC Press.
- Kalkman, V.J., Boudot, J.-P., Bernard, R., Conze, K.-J., De Knijf, G., et al. (2010). *European Red List of dragonflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Keddy, P.A. (2010). *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge UK, Cambridge University Press.
- Keddy, P.A., Fraser, L., Solomesch, A., Junk, W.J., Campbell, D.R., et al. (2009). Wet and wonderful: The world's largest wetlands are conservation priorities. *BioScience*, 59, 39–51.
- Keenan, L.W. & Lowe, E. (2001). Determining ecologically acceptable nutrient loads to natural wetlands for water quality improvement. *Water Science and Technology*, 44, 289–294.

- Kemp, P., Sear, D., Collins, A., Naden, P. & Jones, I. (2011). The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes*, 25(11), 1800-1821.
- Kim, S., Mam, K., Oeur, I., So, S. & Ratner, B. (2013). Fishery reforms on the Tonle Sap Lake: risks and opportunities for innovation. *Cambodia Development Review*, 17(2), 1-4.
- Kirby, M.X. (2004). Fishing down the coast: historical expansion and collapse of oyster fisheries along continental margins. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(35), 13096-13099.
- Kiwango, Y.A. & Wolanski, E. (2008). Papyrus wetlands, nutrients balance, fisheries collapse, food security, and Lake Victoria level decline in 2000–2006. *Wetlands Ecology and Management*, 16(2), 89-96.
- Koh, L.P., Miettinen, J., Liew, S.C. & Ghazoul, J. (2011). Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(12), 5127-5132.
- Korichi, N. & Treilhes, C. (2013). Les sites Ramsar assurent leur rôle de protection quand ils sont gérés. *Espaces Naturels*, 43, 14-15.
- Kothari, A. & Bajpai, S. (2017). We are the river, the river is us. *Economic & Political Weekly*, 52(37). <http://www.epw.in/journal/2017/37/special-articles/we-are-river-river-us.html>
- Kumar, R., McInnes, R.J., Everard, M., Gardner, R.C., Kulindwa, K.A.A., et al. (2017a). *Integrating multiple wetland values into decision-making*. Ramsar Policy Brief No. 2. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Kumar, R., Tol, S., McInnes, R.J., Everard, M. & Kulindwa, A.A. (2017b). *Wetlands for disaster risk reduction: effective choices for resilient communities*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H., Lisle, A. & Hockings, M. (2010). A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685-698.
- Lima, I.B.T., Ramos, F.M., Bambace, L.A.W. & Rosa, R.R. (2008). Methane emissions from large dams as renewable energy resources: a developing nation perspective. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(2), 193-206.
- Liu, X., Duan, L., Mo, J., Du, E., Shen, J., et al. (2011). Nitrogen deposition and its ecological impact in China: an overview. *Environmental Pollution*, 159(10), 2251-2264.
- Livelihoods Funds. Our projects. <http://www.livelihoods.eu/portfolio/>
- Lotze, H.K. (2007). Rise and fall of fishing and marine resource use in the Wadden Sea, southern North Sea. *Fisheries Research*, 87, 208-218.
- Lotze, H.K., Reise, K., Worm, B., van Beusekom, J., Busch, M., et al. (2005). Human transformations of the Wadden Sea ecosystem through time: a synthesis. *Helgolander Marine Research*, 59, 84-95.
- Luo, Y., Wu, L., Liu, L., Han, C. & Li, Z. (2009). *Heavy metal contamination and remediation in Asian agricultural land*. National Institute of Agro-Environmental Sciences. Japan: MARCO Symposium.
- Lynch-Stewart, P. (2008). *Wetlands of International Importance (Ramsar Sites) in Canada: Survey of Ramsar Site managers 2007*. Final Report.
- Maavara, T., Lauerwald, R., Regnier, P. & Van Cappellen, P. (2017). Global perturbation of organic carbon cycling by river damming. *Nature Communications*, 8, 15347.
- Macdonald, A. & Robertson, H. (2017). *Arawai Kākāriki Wetland Restoration Programme, Science Outputs 2007–2016*. Wellington: New Zealand Department of Conservation.
- MacKay, H., Finlayson, C.M., Fernandez-Prieto, D., Davidson, N., Pritchard, D. & Rebelo, L.M. (2009). The role of Earth Observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands. *Journal of Environmental Management*, 90(7), 2234-2242.
- Macreadie, P.I., Nielsen, D.A., Kelleway, J.J., Atwood, T.B., Seymour, J.R., et al. (2017). Can we manage coastal ecosystems to sequester more blue carbon? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 206-213.
- Máiz-Tomé, L., Sayer, C. & Darwall, W. (eds) (2018). *The status and distribution of freshwater biodiversity in Madagascar and the Indian Ocean Islands hotspot*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Mäkinen, K. & Khan, S. (2010). Policy considerations for greenhouse gas emissions from freshwater reservoirs. *Water Alternatives*, 3(2), 91.
- Maron, M., Brownlie, S., Bull, J.W., Evans, M.C., von Hase, A., et al. (2018). The many meanings of no net loss in environmental policy. *Nature Sustainability*, 1, 19-27.
- Marton, J.M., Creed, I.F., Lewis, D.B., Lane, C.R., Basu, N.B., et al. (2015). Geographically isolated wetlands are important biogeochemical reactors on the landscape. *Bioscience*, 65(4), 408-418.
- Mauerhofer, V., Kim, R.E. & Stevens, C. (2015). When implementation works: a comparison of Ramsar Convention implementation in different continents. *Environmental Science & Policy*, 51, 95-105.
- Mayorga, E., Seitzinger, S.P., Harrison, J.A., Dumont, E., Beusen, A.H., et al. (2010). Global nutrient export from WaterSheds 2 (NEWS 2): model development and implementation. *Environmental Modelling & Software*, 25(7), 837-853.
- Mazaris, A.D., Schofield, G., Gkazinou, C., Alpanidou, V. & Hays, G.C. (2017). Global sea turtle conservation successes. *Science Advances*, 3, e1600730.
- McGreavy, B., Calhoun, A.J.K., Jansujwicz, J. & Levesque, V. (2016). Citizen science and natural resource governance: program design for vernal pool policy innovation. *Ecology and Society*, 21(2), 48.
- McInnes, R.J. (2013). *Towards the wise use of urban and peri-urban wetlands*. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 6. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- McIntyre, P., Reidy Liermann, C.A. & Revenga, C. (2016). Linking freshwater fishery management to global food security and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1521540113>.
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., et al. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15-28.
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., et al. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552-560.
- Mediterranean Wetland Observatory. (2018). *Mediterranean Wetland Outlook 2*. Le Sambuc, France: MWO.
- Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. (2011). *National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Value of Water Research Report Series No. 50. Delft, Netherlands: UNESCO-IHE.
- Michalak, A.M., Anderson, E.J., Beletsky, D., Boland, S., Bosch, N.S., et al. (2013). Record-setting algal bloom in Lake Erie caused by agricultural and meteorological trends consistent with expected future conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 6449-6452.
- Miettinen, J., Shi, C. & Liew, S.C. (2016). Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67-78.
- Miettinen, J., Wang, J., Hooijer, A. & Liew, S. (2013). Peatland conversion and degradation processes in insular Southeast Asia: a case study in Jambi, Indonesia. *Land Degradation & Development*, 24(4), 334-341.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water: synthesis*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Mitsch, W. & Gosselink, J. 2015. *Wetlands*, 5th ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley and Sons.
- Molur, S., Smith, K.G., Daniel, B.A. & Darwall, W.R.T. (Compilers). (2011). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Western Ghats, India*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN; Coimbatore, India: Zoo Outreach Organisation.
- Moomaw, W.R., Chmura, G.L., Davies, G.T., Finlayson, C.M., Middleton, B.A., et al. (2018). The relationship between wetlands and a changing climate: science, policy and management. *Wetlands* 10.1007/s13157-018-1023-8
- Mostert, E., Pahl-Wostl, C., Rees, Y., Searle, B., Tàbara, D. & Tippett, J. (2007). Social learning in European river-basin management: barriers and fostering mechanisms from 10 river basins. *Ecology and Society*, 12(1), 19.
- Murray, N.J., Ma, Z. & Fuller, R.A. (2015). Tidal flats of the Yellow Sea: a review of ecosystem status and anthropogenic threats. *Australian Journal of Ecology*, 40(4), 472-481.

- Nagy, S., Flink, S. & Langendoen, T. (2015). *Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area*. Sixth Edition. 134 pp. AEWA/MOP Doc. 6.14. http://www.unep-aewa.org/sites/default/files/document/mop6_14_csr6_including%20annexes.pdf
- Naisbitt, J. (1982). *Megatrends*. New York: Warner Books.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Progress toward restoring the everglades: the sixth biennial review - 2016*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newborne, P. & Dalton, J. (2016). *Water management and stewardship: taking stock of corporate water behaviour*. Gland, Switzerland: IUCN; London, UK: ODI.
- Nicola, G.G., Elvira, B. & Almodovar, A. (1996). Dams and fish passage facilities in the large rivers of Spain: effects on migratory species. *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 113, 375-379.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. & Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308(5720), 405-408.
- Noe, G., Childers, D. & Jones, R. (2001). Phosphorus biogeochemistry and the impact of phosphorus enrichment: Why is the Everglades so unique? *Ecosystems*, 4, 603-624.
- North American Bird Conservation Initiative, US Committee. (2014). *The State of the Birds 2014: United States of America*. Washington, DC: US Department of the Interior. Retrieved from http://www.stateofthebirds.org/2014%20SotB_FINAL_low-res.pdf
- Nunes, A.L., Douthwaite, R.J., Tyser, B., Measey, G.J. & Weyl, O.L.F. (2016). Invasive crayfish threaten Okavango Delta. *Frontiers in Ecology and the Environment*. doi:10.1002/fee.1287
- Nunes, A.L., Triarico, E., Panov, V.E., Cardoso, A.C. & Katsanevakis, S. (2015). Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*, 10(4), 359-370.
- Ocean Conservancy. (2016). *30th anniversary international coastal cleanup: Annual Report*. Retrieved from <http://www.oceanconservancy.org/our-work/marine-debris/2016-data-release/2016-data-release-1.pdf>
- Ockenden, M.C., Hiscock, K.M., Kahana, R., Macleod, C.J.A., Tych, W., et al. (2017). Major agricultural changes required to mitigate phosphorus losses under climate change. *Nature Communications*, 8(8), 161.
- OECD. (2012a). *OECD environmental outlook to 2050: The consequences of inaction*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2012b). *Water quality and agriculture: meeting the policy challenge*. OECD Studies on Water. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015a). *Drying wells, rising stakes: towards sustainable agricultural groundwater use*. OECD Studies on Water. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015b). *International migration outlook 2015*. Paris: OECD Publishing.
- OECD/FAO. (2016). Agriculture in Sub-Saharan Africa: prospects and challenges for the next decade. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *Biodiversity offsets: effective design and implementation*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/environment/resources/Policy-Highlights-Biodiversity-Offsets-web.pdf>.
- OECD. (2017). *Diffuse pollution, degraded waters: emerging policy solutions*. Paris: OECD Publishing.
- Oliver, T.H. & Morecroft, M.D. (2014). Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities. *WIREs Climate Change*, 5, 317-335.
- Ouboter, P.E., Landburg, G.A., Quik, J.H.M., Mol, J.H.A. & van der Lugt, F. (2012). Mercury levels in pristine and gold mining impacted aquatic systems in Suriname, South America. *Ambio*, 41, 873-882.
- Paerl, H.W. & Otten, T.G. (2013). Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. *Microbial Ecology*, 65(4), 995-1010.
- Paerl, H.W., Scott, J.T., McCarthy, M.J., Newell, S.E., Gardner, W.S., et al. (2016). It takes two to tango: when and where dual nutrient (N & P) reductions are needed to protect lakes and downstream ecosystems. *Environmental Science and Technology*, 50, 10805-10813.
- Parish, F., Sirin, A.A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T.Y., et al. (2008). *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change*. Kuala Lumpur and Wageningen, Netherlands: Global Environment Centre and Wetlands International.
- Parliamentary Office of Science and Technology. (2011). *Natural flood management*. POSTNOTE 396 (December 2011). The Parliamentary Office of Science and Technology, London: HM Government.
- Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N. & Belward, A.S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, 418-422.
- Pippard, H. (2012). *The current status and distribution of freshwater fishes, land snails and reptiles in the Pacific Islands of Oceania*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Pittcock, J., Finlayson, C.M., Roux, D., Arthington, A., Matthews, J., et al. (2014). Chapter 19: Managing fresh water, river, wetland and estuarine protected areas. In G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford (eds). *Protected area governance and management*. Canberra: ANU Press.
- Poeta, G., Battisti, C. & Acosta, A.T.R. (2014). Marine litter in Mediterranean sandy littorals: spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 168-173.
- Poffenbarger, H.J., Needelman, B.A. & Megonigal, J.P. (2011). Salinity influence on methane emissions from tidal marshes. *Wetlands*, 31, 831-842.
- Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A.M., et al. (2010). The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE*, 5(4), e10095.
- Postel, S. (2000). Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological Applications*, 10, 941-948.
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Jimenez, C., Rossow, W.B. & Matthews, E. (2012). Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters*, 39(8), L08403.
- Provost, E.J., Kelaher, B.P., Dworjanyn, S.A., Russel, B.D., Connell, S.D., et al. (2017). Climate-driven disparities among ecological interactions threaten kelp forest persistence. *Global Change Biology*, 23(1), 353-361.
- Rabalais, N.N., Diaz, R.J., Levin, L.A., Turner, R.E., Gilbert, D. & Zhang, J. (2010). Dynamics and distribution of natural and human-caused hypoxia. *Biogeosciences*, 7(2), 585-619.
- Rabalais, N.N., Turner, R.E. & Scavia, D. (2002). Beyond science into policy: Gulf of Mexico hypoxia and the Mississippi River. *BioScience*, 52, 129-142.
- Ramsar Convention. (2005). *Resolution IX.1 Annex A: A conceptual framework for the wise use of wetlands and the maintenance of their ecological character*. 9th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), Kampala, Uganda, 8-15 November 2005.
- Ramsar Convention Secretariat. (2010a). *Designating Ramsar Sites: strategic framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance*. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, vol. 17. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Ramsar Convention Secretariat. (2010b). *International cooperation: guidelines and other support for international cooperation under the Ramsar Convention on Wetlands*. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, vol. 20. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Ramsar Convention Secretariat. (2010c). *Participatory skills: establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands*. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, vol. 7. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Ramsar Convention Secretariat. (2018). Update on the status of Sites on the List of Wetlands of International Importance. Doc. SC54-19, 54th Meeting of the Standing Committee, Gland, Switzerland, 23-27 April 2018.
- Ramsar Convention and UNCCD. (2014). Statement at World Parks Congress.
- Rebelo, L. & Finlayson, C.M. (coordinating authors) (2018). *The use of Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring: an information source for the Ramsar Convention for Wetlands*. Ramsar Technical Report. Gland, Switzerland: Ramsar Convention.

- Renton, D.A., Mushet, D.M. & DeKeyser, E.S. (2015). *Climate change and prairie pothole wetlands—mitigating water-level and hydroperiod effects through upland management*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2015–5004.
- Ricaurte, L.F., Olaya-Rodríguez, M.H., Cepeda-Valencia, J., Lara, D., Arroyave-Suárez, J., et al. (2017). Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. *Global Environmental Change*, 44, 158–169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.001>
- Richards, D.R. & Friess, D.A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(2), 344–349.
- Richey, A.S., Thomas, B.F., Lo, M.H., Famiglietti, J.S., Swenson, S. & Rodell, M. (2015). Uncertainty in global groundwater storage estimates in a total groundwater stress framework. *Water Resources Research*, 51(7), 5198–5216.
- Richman, N.I., Böhm, M., Adams, S.B., Alvarez, F., Bergéy, E.A., et al. (2015). Multiple drivers of decline in the global status of freshwater crayfish (Decapoda: Astacidea). *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370(1662), 20140060.
- Rivera, M. & Gardner, R.C. (eds). (2011). *Wetlands in the Americas: The role of the Ramsar Convention on Wetlands and the benefits of Ramsar Site designation*. Gland, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention.
- Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F. & Fossi, M.C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 358–361.
- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., et al. (2013). *The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands*. London and Brussels: IEEP; Gland: Ramsar Secretariat.
- Sabo, J.K., Ruhi, A., Holtgrieve, G.W., Elliott, V., Arias, M.E., et al. (2017). Designing river flows to improve food security futures in the Lower Mekong Basin. *Science*, 358, 1–11.
- Samonte-Tan, G.P.B., White, A.T., Tercero, M.A., Diviva, J., Tabara, E. & Caballes, C. (2007). Economic valuation of coastal and marine resources: Bohol marine triangle, Philippines. *Coastal Management*, 35, 319–338.
- Santhosh, V., Padmalal, D., Baijulal, B. & Maya, K. (2013). Brick and tile clay mining from the paddy lands of Central Kerala (southwest coast of India) and emerging environmental issues. *Environmental Earth Sciences*, 68(7), 2111–2121.
- Santo Domingo, J.W., Bambi, D.G., Edge, T.A. & Wuertz, S. (2007). Quo vadis source tracking? Towards a strategic framework for environmental monitoring of fecal pollution. *Water Research*, 41(16), 3539–3552.
- Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, 130, 1–13.
- Sauvé, S. & Desrosiers, M. (2014). A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal*, 8(15) <http://journal.chemistrycentral.com/content/8/1/15>.
- Scavia, D., Allan, J.D., Arend, K.K., Bartell, S., Beletsky, D., et al. (2014). Assessing and addressing the re-eutrophication of Lake Erie: Central basin hypoxia. *Journal of Great Lakes Research*, 40, 226–246.
- Schandl, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., et al. (2016). Global material flows and resource productivity. *Assessment Report for the UNEP International Resource Panel*. Nairobi: UNEP.
- Schroeder, R., McDonald, K.C., Chapman, B.D., Jensen, K., Podest, E., et al. (2015). Development and evaluation of a multi-year fractional surface water data set derived from active/passive microwave remote sensing data. *Remote Sensing*, 7, 16688–16732.
- Sharma, B., Rasul, G. & Chettri, N. (2015). The economic value of wetland ecosystem services: evidence from the Koshi Tappu Wildlife Reserve, Nepal. *Ecosystem Services*, 12, 84–93.
- Sherwood, E.T. (2016). *2015 Tampa Bay Water Quality Assessment*. Tampa Bay Estuary Program Technical Report #01-16. St. Petersburg, FL: TBEP.
- Short, F.T., Polidoro, B., Livingstone, S.R., Carpenter, K.E., Bandeira, S., et al. (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, 144(7), 1961–1971.
- Sievers, M., Hale, R., Parris, K.M. & Swearer, S.E. (2017). Impacts of human-induced environmental change in wetlands on aquatic animals. *Biological Reviews*, 93(1), 529–554.
- Simate, G.S. & Ndlovu, S. (2014). Acid mine drainage: challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2, 1785–1803.
- Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T. & Numa, C. (eds). (2014). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Mediterranean*. Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland: IUCN.
- Smith, R.D. & Maltby, E. (2003). *Using the ecosystem approach to implement the Convention on Biological Diversity: key issues and case studies*. Gland, Switzerland & Cambridge, UK: IUCN.
- Smith, V.H., Joye, S.B. & Howarth, R.W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51, 351–355.
- Steneck, R., Graham, M.H., Bourque, B.J., Corbett, D. & Erlandson, J.M. (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation*, 29, 436–459.
- Stickler, C.M., Coe, M.T., Costa, M.H., Nepstad, D.C., McGrath, D.G., et al. (2013). Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9601–9606.
- Stolton, S., Redford, K.H. & Dudley, N. (2014). *The futures of privately protected areas*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., et al. (2014). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*: 1103538.
- Swiss Agency for Development and Cooperation. (2017). Innovative and community-based sustainable water management. <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/innovative-and-community-based-sustainable-water-management>
- Teixeira, T.P., Neves, L.M. & Araujo, F.G. (2009). Effects of nuclear power plant thermal discharge on habitat complexity and fish community structure in Ilha Grande Bay, Brazil. *Marine Environmental Research*, 68, 188–195.
- Temple, H.J. & Cox, N.A. (2009). *European Red List of amphibians*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Tessler, Z.D., Vörösmarty, C.J., Grossberg, M., Gladkova, I. & Aizenman, H. (2016). A global empirical typology of anthropogenic drivers of environmental change in deltas. *Sustainability Science*, 11(4), 525–537. doi: 10.1007/s11625-016-0357-5.
- Thaman, R., Lyver, P., Mpande, R., Perez, E., Cariño, J. & Takeuchi, K. (eds). (2013). *The contribution of indigenous and local knowledge systems to IPBES: building synergies with science*. IPBES Expert Meeting Report. Paris: UNESCO/UNU.
- Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A. & Simard, M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS ONE*, 12(6), e0179302.
- Tognelli, M.F., Lasso, C.A., Bota-Sierra, C.A., Jimenez-Segura, L.F. & Cox, N.A. (eds). (2016). *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK & Arlington, USA: IUCN.
- Torres, A., Brandt, J., Lear, K. & Liu, J. (2017). A looming tragedy of the sand commons. *Science*, 357(6355), 970–971.
- Trombulak, S.C. & Frissell, C.A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14(1), 18–30.
- Tsounis, G., Rossi, S., Gili, J.M. & Arntz, W.E. (2007). Red coral fishery at the Costa Brava (NW Mediterranean): case study of an overharvested precious coral. *Ecosystems*, 10(6), 975–986.
- Tulloch, A.I.T., Possingham, H.P., Joseph, L.N., Szabo, J. & Martin, T.G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation*, 165, 128–138.
- Turetsky, M.R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., Van Der Werf, G.R. & Watts, A. (2015). Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience*, 8(1), 11.

- Umadevi, M., Pushpa, R., Samapathkumar, K.P. & Bhowmik, D. (2012). Rice – traditional medicinal plant in India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 6-12.
- UN. (2015a). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. ST/ESA/SER.A/366. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Retrieved from <https://esa.un.org/unpd/wup/>
- UN. (2015b). *World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables*. Working Paper No. ESA/P/WP.241. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Retrieved from https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf
- UN-Water. (2015). *Wastewater management: a UN-water analytical brief*. UN-Water.
- UN World Conservation Monitoring Centre. (2017). *Wetland Extent Trends [WET] Index*. Cambridge, UK.
- UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). (2017). *Global land outlook*. Bonn, Germany.
- UNEP (United Nations Environment Program). (2014a). *UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNEP (United Nations Environment Program). (2014b). *Green infrastructure guide for water management: ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. Retrieved from <http://www.medspring.eu/sites/default/files/Green-infrastructure-Guide-UNEP.pdf>
- UNEP. (2016). *A snapshot of the world's water quality: towards a global assessment*. Nairobi: UNEP.
- Urák, I., Hartel, T., Gallé, R. & Balog, A. (2017). Worldwide peatland degradations and the related carbon dioxide emissions: the importance of policy regulations. *Environmental Science & Policy*, 69, 57-64.
- Van Asselen, S., Verburg, P.H., Vermaat, J.E. & Janse, J.H. (2013). Drivers of wetland conversion: a global meta-analysis. *PloS ONE*, 8(11), p.e81292.
- Van Beek, L.P.H., Wada, Y. & Bierkens, M.F. (2011). Global monthly water stress: 1. Water balance and water availability. *Water Resources Research*, 47(7). <https://doi.org/10.1029/2010WR009791>
- Van Beukering, P.J.H. & Cesar, H.S.J. (2004). Ecological economic modeling of coral reefs: evaluating tourist overuse at Hanauma Bay and algae blooms at the Kihei Coast, Hawai'i, *Pacific Science*. 58, 243-260.
- Veolia and IFPRI. (2015). *The murky future of global water quality*. A white paper by Veolia and the International Food Policy Research Institute.
- Vitousek P., Aber, J., Howarth, R., Likens, G., Matson, P., et al. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*, 7, 737-750.
- Voldseth, R.A., Johnson, W.C., Gilmanov, T., Guntenspergen, G.R. & Millett, B. (2007). Model estimation of land-use effects on water levels of northern prairie wetlands. *Ecological Applications*, 17, 527-540
- Walters, B.B. (2005). Ecological effects of small-scale cutting of Philippine mangrove forests. *Forest Ecology and Management*, 206(1-3), 331-348.
- Wang, Z., Mao, D., Li, L., Jia, M., Dong, Z., et al. (2015). Quantifying changes in multiple ecosystem services during 1992–2012 in the Sanjiang Plain of China. *Science of the Total Environment*, 514, 119-130.
- Wang, Z., Wu, J., Madden, M. & Mao, D. (2012). China's wetlands: conservation plans and policy impacts. *Ambio*, 41(7), 782-786.
- Ward, R.D., Friess, D.A., Day, R.H. & MacKenzie, R.A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4).
- Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., et al. (2010). Inland capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2881-2896.
- Wenger, A.S., Fabricius, K.E., Jones, G.P. & Brodie, J.E. (2015). Effects of sedimentation, eutrophication, and chemical pollution on coral reef fishes. In C. Mora (ed). *Ecology of Fishes on Coral Reefs*. pp. 145–153. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Werner, A.D., Bakker, M., Post, V.E., Vandenbohede, A., Lu, C., et al. (2013). Seawater intrusion processes, investigation and management: recent advances and future challenges. *Advances in Water Resources*, 51, 3-26.
- Wetlands International. (2010). *State of the World's Waterbirds 2010*. Wageningen, Netherlands.
- Wetlands International. *Landscape scale Disaster Risk Reduction*. Retrieved from https://www.preventionweb.net/files/53060_53060buronivwileafleta4case1javaweb.pdf
- White, E. & Kaplan, D. (2017). Restore or retreat? Saltwater intrusion and water management in coastal wetlands. *Ecosystem Health and Sustainability* 3(1), e01258. doi: 10.1002/ehs2.1258
- WHO/UNICEF. (2015). Joint Monitoring Program (JMP). *Progress in Sanitation and Drinking Water: 2015 update and MDG assessment*. Geneva: WHO/UNICEF.
- Williams, P. (2008). *World heritage caves and karst*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Williamson, C.E., Morris, D.P., Pace, M.L., Olson, O.G. (1999). Dissolved organic carbon and nutrients as regulators of lake ecosystems: Resurrection of a more integrated paradigm. *Limnology and Oceanography* 44, 795–803.
- Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., et al. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, 351(6269), 128-129.
- Wisser, D., Fekete, B.M., Vörösmarty, C.J. & Schumann, A.H. (2010). Reconstructing 20th century global hydrography: a contribution to the Global Terrestrial Network-Hydrology (GTN-H). *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(1), 1-24.
- World Business Council for Sustainable Development. Action 2020 Overview. http://m.action2020.org/Action2020-24_03.pdf accessed 14th May 2018.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., et al. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.
- WWAP. (United Nations World Water Assessment Programme) (2012). *The United Nations World Water Development Report 2012: managing water under uncertainty and risk*. Paris: UNESCO.
- WWAP. (2016). *The United Nations World Water Development Report 2016: water and jobs*. Paris: UNESCO.
- WWAP. (2017). *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: the untapped resource*. Paris: UNESCO.
- WWF. (2009). *Sacred Waters – Cultural Values of Himalayan Wetlands*. Kathmandu: WWF Nepal.
- WWF. (2012). *Living Planet Report 2012: Biodiversity, biocapacity and better choices*. Gland, Switzerland: WWF.
- WWF. (2016). *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. Gland, Switzerland: WWF International.
- Yang, W., Sun, T. & Yang, Z. (2016). Does the implementation of environmental flows improve wetland ecosystem services and biodiversity? A literature review. *Restoration Ecology*, 24(6), 731-742.
- Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L. & Tockner, K. (2014). A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*, 77(1), 161-170.
- Zedler, J.B. & Kercher, S. (2004). Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(5), 431-452.
- Zedler, J.B. & Kercher, S. (2005). Wetland resources: status, trends, ecosystem services and restorability. *Annual Review of Environmental Resources*, 30, 39-74.
- Zhang, W., Jiang, F. & Ou, J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 125.
- Zhang, Y., Ma, R., Hu, M., Luo, J., Li, J. & Liang, Q. (2017). Combining citizen science and land use data to identify drivers of eutrophication in the Huangpu River system. *Science of the Total Environment*, 584-585, 651-664.
- Zorrilla-Miras, P., Palomo, I., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Lomas, P. L. & Montes, C. (2014). Effects of land-use change on wetland ecosystem services: A case study in the Doñana marshes (SW Spain). *Landscape and Urban Planning*, 122, 160-174.

湿地の恩恵についての認識を高め、
湿地の存続にむけた
さらに大規模な対策を整備し、
それを国の開発計画に組み込むよう
ただちに行動を起こすことが
国際レベルと国内レベルで
必要とされている。



湿地の保全と賢明な利用は、人間の暮らしに重要な意味を持つ。湿地からもたらされる幅広い生態系サービスが意味するのは、湿地が持続可能な開発の核となることである。しかしながら政策立案者や意思決定者は往々にして、湿地の恩恵が自然や人類に与える価値を軽んじている。

湿地の価値と、湿地に起きていることの理解は、その保全と賢明な利用を確かなものとする上できわめて重要である。本書『世界湿地概況』には、湿地の範囲、傾向、変化の要因と、その生態学的特徴を維持または回復するのに必要とされるステップが要約されている。



Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People
(<https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/>)から翻訳

日本語版発行：2019年3月
環境省自然環境局野生生物課
翻訳・編集協力：日本国際湿地保全連合